

а23565

ТЕХНИЧЕСКИЙ МИНИМУМ

И. Н. Аксенов

Земледел литейного цеха



ОНТИ • НКТИ • СССР • 1937

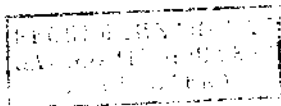
П. Н. Аксенов

Земледел литейного цеха

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ
ДОПОЛНЕННОЕ И ПЕРЕРАБОТАННОЕ

Утверждено ГУУЗ НКТП СССР
в качестве учебника
для курсов технического

1/303063
23565
Июль 1958 г.



ОНТИ НКТП СССР 1937

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ЛИТЕРАТУРЫ
ПО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
МОСКВА—ЛЕНИНГРАД

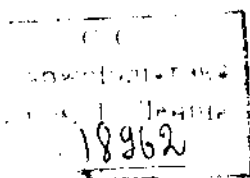


АННОТАЦИЯ

В 1-й части изложены требования, предъявляемые к формовочным и стержневым материалам, структура формовочных материалов и смесей, их основные свойства и взаимная связь последних, а также виды и свойства органических связующих для стержней. Дается описание аппаратуры и методов испытания формовочных и стержневых материалов и смесей, и наконец составы и показатели формовочных и стержневых смесей для чугунного, стального и цветного литья.

Во 2-й части излагается описание технологического и транспортного оборудования современных земледелок, а также земледельные установки. Рассматриваются условия для наиболее интенсивного использования оборудования, даются основные правила по технике безопасности и в заключение рассматривается вопрос о регенерации горелых земель.

Настоящее 2-е издание является в значительной степени дополненным и переработанным, в особенности во 2-й части книги.



Предисловие

Настоящее 2-е издание книги «Земледел литейного цеха» является в значительной мере дополненным и переработанным.

Первая часть книги, знакомящая читателей со свойствами и методами испытаний формовочных материалов и смесей, подверглась сравнительно небольшим изменениям и дополнениям. Переработана и значительно дополнена новым материалом главным образом вторая часть книги — об оборудовании земледелки и его обслуживании, на основе ряда замечаний и рецензий, давших автору несколько ценных указаний.

Считаю своим приятным долгом выразить здесь благодарность работникам ЗИС И. С. Максимову, А. С. Ламину и П. С. Елисееву за оказанную ими помощь в получении ряда использованных в этой книге заводских данных.

Просьба ко всем слушателям и преподавателям сообщить автору свои замечания и пожелания, которые будут учтены при последующем издании книги.

П. Аксенов

Оглавление

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Основные свойства формовочных материалов и смесей	
1. Требования, предъявляемые к материалам для форм и стержней	7
2. Структурная схема формовочной смеси	10
3. Общие свойства формовочных смесей и земель	13
4. Значение сушки форм и стержней	32
5. Добавки угля и органических примесей	33
6. Дополнительная защита лицевой поверхности формы	36
7. Классификация формовочных материалов	37
8. Стоимость формовочных материалов и организация добычи сырья	41
Глава II. Испытание формовочных материалов и смесей	
1. Отбор средней пробы	45
2. Определение влажности	47
3. Определение проницаемости	50
4. Испытание на крепость	54
5. Испытание глины и бентонитов	58
6. Определение содержания глинистых веществ	60
7. Зерновой анализ	63
8. Испытание на огнеупорность	68
9. Порядок испытания свежих формовочных материалов	70
10. Контроль смесей в производстве	72
Глава III. Смесы и свежие формовочные материалы для разного литья	
1. Свежие формовочные материалы и добавки	75
2. Формовочные смесы	82
3. Стержневые смесы и связующие для них	88
4. Краски и припылы	95
Глава IV. Механизация приготовления и транспорта формовочных земель	
1. Расход формовочных смесей и свежих материалов	98
2. Разгрузка и хранение свежих материалов на складе	100
3. Порядок приготовления смесей	100
4. Приготовление свежих материалов	105
5. Переработка горелой земли	118
6. Приготовление смесей	122
7. Приготовление жирных глины и красок	133
8. Транспорт формовочных земель	134
9. Земледельные центральные установки	144
10. Полумеханизированное приготовление земли на месте формовки	146
11. Ручное приготовление земли	148
12. Техника безопасности в земледельке	151
13. Организация и обслуживание рабочего места	154
14. Проблема регенерации старой земли и ее технико-экономическое значение	167
Рекомендуемая литература	175

Введение

Широко развернувшееся в нашей промышленности и других отраслях народного хозяйства стахановское движение выражает новый подъем социалистического соревнования, является новым показателем нашего роста и успехов. Вместе с тем стахановское движение означает новый этап социалистического соревнования, связанный с новой техникой. В самом деле, увеличение производительности в ряде случаев в два раза и более, перекрытие старых, так называемых технически обоснованных норм как по количеству, так и по качеству, перекрытие проектных мощностей цехов и отдельных агрегатов — все это возможно лишь при условии овладения техникой во всей полноте. Стахановцы — это ударники, вполне овладевшие техникой. Для дальнейших успехов в деле расширения и углубления стахановского движения и внедрения стахановских методов работы необходимо охватить возможно большее количество наших рабочих углубленной техникой.

Чтобы уметь работать по-стахановски, т. е. наиболее эффективно, надо знать всю совокупность технической обстановки своей работы. Надо знать те материалы и полуфабрикаты, с которыми имеешь дело, назначение своей продукции и требования, к ней предъявляемые, надо хорошо знать технологический процесс, механизмы и агрегаты и их режим. Только при этом условии можно продумать свою работу и организовать ее и свое рабочее место таким образом, чтобы повысить использование механизмов и своего труда и достичь высоких показателей по производительности и по качеству.

Настоящая книга ставит задачей оказать помощь рабочему-земледелу литейного производства в деле его углубленной техникой и овладения техникой минимумом на новом этапе борьбы за технику.

Литейный цех на машиностроительном заводе по своему значению является одним из основных цехов. В среднем по машиностроению можно считать, что машины более чем на 80% своего веса состоят из литых деталей. Подавляющее

большинство литых деталей при этом падает на чугунное литье.

Роль и значение формовочных материалов в литейном производстве по-настоящему у нас осознаны лишь сравнительно недавно. Раньше, всего каких-нибудь 10 лет назад, многие считали, что земля особого значения не имеет, и в вопросах качества и критериев оценки часто царила полная кустарщина. Между тем можно утверждать, что около половины всего литейного брака получается по вине недоброкачественных формовочных материалов. Большая разъяснительная работа в отношении роли и значения формовочных материалов в литейном производстве была проделана Всесоюзным научно-инженерно-техническим обществом литейщиков (ВНИТОЛ) и его органом — журналом «Литейное дело».

Качество формовочных смесей в производстве тесно связано с вопросами снабжения литейных цехов качественным формовочным сырьем — исходными землями и песками. Вопросы организации планомерного выявления запасов качественных формовочных материалов путем геологических изысканий, правильной эксплуатации месторождений песков, поставленной на научной основе, с упором на качество добываемого сырья, и вопросы бесперебойного снабжения литейных цехов качественными песками и землями — все эти вопросы имеют очень большое значение для литейной промышленности, для качества литья. У нас в Союзе эти вопросы надлежащим образом были поставлены по инициативе того же ВНИТОЛ в 1931 г., когда был создан специальный трест по формовочным материалам — «Союзформолитье». За эти 6 лет трестом в этой области сделано многое, хотя и недостаточно.

Кроме наличия сырых материалов надлежащего качества и умения использовать его в формовочных смесях, качество последних зависит также от способов их приготовления. Развитие литейного производства шло параллельно с механизированием приготовления формовочных смесей и все большим усовершенствованием служащих для этой цели машин и агрегатов.

Материал в книге разбит на четыре части: 1) основные свойства формовочных материалов и смесей, 2) испытания формовочных материалов, 3) смеси и сырые материалы и 4) механизация приготовления и транспорта земли.

После каждой главы помещены вопросы для повторения при самостоятельной проработке материала.

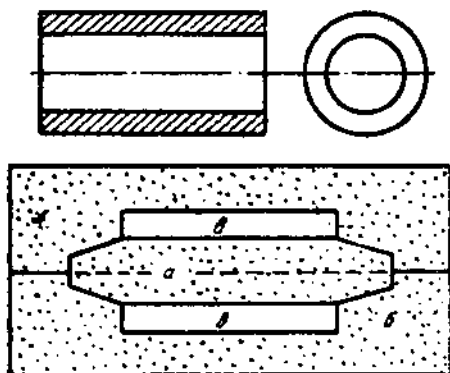
ГЛАВА I

Основные свойства формовочных материалов и смесей

1. Требования, предъявляемые к материалам для форм и стержней

Для получения фасонных деталей жидкий расплавленный металл заливается в литейные формы, имеющие пустоты или углубления по форме будущих деталей. Чтобы в литых деталях полу-

чить необходимые отверстия, в литейные формы закладываются специальные куски, называемые стержнями, которые после затвердевания и охлаждения отливки из нее выколачиваются. На фиг. 1 показаны сверху втулка, а внизу литейная форма для нее. Здесь 'в' — пустота в форме, в которую по каналу (литник) зальется металл и образует отливку, затвердев в этой пустоте; б — литейная форма; стержень а поставлен в форму для образования отверстия во втулке.



Фиг. 1. Литейная форма.

Материалы, из которых изготавливаются литейные формы и стержни, на данном этапе развития техники литейного дела очень разнообразны. Помимо обычных способов формовки с применением формовочной земли, в настоящее время производится литье в так называемые долговечные или полупостоянные формы, изготавливаемые из специальных огнеупорных материалов, а также литье в металлические (постоянные) формы из чугуна и стали с металлическими стержнями.

Мы ограничим нашу задачу изучением лишь обычных, наиболее широко и повсеместно применяемых формовочных материалов, а именно мы будем изучать формовочные и стержневые смеси или земли, изготавливаемые в основном из земель или песков (с некоторыми добавками). При этом будем ориентироваться главным образом на чугунное литье.

Какие требования предъявляются к формовочным и стержневым материалам? Ответ на этот вопрос вытекает из рассмотрения тех условий, в которых несет свою службу формовочный материал при изготовлении и заливке формы.

Прежде всего формовочная смесь, или земля, должна дать при формовке точный отпечаток модели, которую закладывают в форму и после набивки земли вынимают. Практическим опытом можно убедиться, что более влажная земля лучше заполняет форму (легче трамбуется) и дает более резкие отпечатки модели. При сжатии в руке такая земля лучше раздавливается и меняет свою форму и меньше разваливается на куски, чем более сухая или более крупнозернистая (грубая) земля.

Свойство давать отчетливые отпечатки модели и под влиянием небольшого давления изменять свою форму (течь, подаваться) без образования трещин и нарушения целостности называется **пластичностью**. Пластичность является необходимым свойством формовочной земли. Пластичность зависит от степени влажности формовочной смеси, а также от ее состава и качества составляющих.

Струя жидкого металла, заполняющая литейную форму, своим напором может смыть выступающие части формы, если они недостаточно крепки. Кроме того, стенки формы испытывают от металла давление (распор) вследствие веса металла. При тяжелых металлах и сплавах (чугун, сталь, сплавы меди) этот распор для глубоких форм получается очень большим, и форма при недостаточной крепости ее стенок может этим давлением раздаться. Получится раздутые отливки от слабой формы. Раздутие чаще бывает внизу формы, где давление металла сильнее всего.

Свойство земли давать при набивке прочную форму называется **крепостью** или **связностью** земли. Крепость земли является необходимым ее свойством. При недостаточной крепости земли металл может обдавить или частично разрушить форму, и получится брак.

Жидкий металл имеет высокую температуру. Формовочная же земля всегда содержит некоторое количество влаги. Под влиянием высокой температуры металла эта влага, находящаяся в земле, испаряется и превращается в пар, кото-

рого образуется очень много — каждый процент влаги в 1 см³ земли дает около 30 см³ пара. Кроме водяного пара, в форме образуются еще и другие газы как из земли, так частично и из металла. Действие жидкого металла, испаряющее влагу земли и возгоняющее из нее газы, распространяется на слой земли до 25 мм от стенок отливки.

Образующиеся в форме газы и пар должны выйти наружу через формовочную землю. Через боковые стороны опок газы можно зажечь. Если можно их зажечь снаружи, значит они прошли через всю толщу земли в форме.

Свойство земли пропускать газы называется проницаемостью. Проницаемость совершенно необходима для формовочной земли. Если земля мало проницаема, то газы, которые не могут все пройти сквозь стенки формы наружу, будут искать себе другой выход и пойдут через металл. Произойдет кипение металла в форме, и отливка получится пузырчатой.

Температура жидкого металла, заливаемого в формы, очень высока. Так, стальное литье заливается при температурах 1510—1620°, ковкий чугун при 1300—1450°, серый чугун при 1260—1425°, медные сплавы до 1200°, алюминиевые сплавы до 1000°.

Земля, из которой сделана литейная форма и стержни, должна выдержать этот жар, не оплавляясь. Если песчинки земли оплавятся, то получится стекловидная корка, которая прилипнет к отливке. Такую отливку с пригаром земли очень трудно будет очистить от корки, так как эта пригоревшая корка очень твердая.

Свойство земли не оплавляться и не спекаться под действием высокой температуры металла называется огнеупорностью. Для разного литья требуется различная огнеупорность земли. Наибольшая огнеупорность требуется для стального, наименьшая — для алюминиевого литья, потому что температура заливки алюминия ниже чем для прочих упомянутых металлов.

Производство должно быть рентабельным, себестоимость литья должна быть по возможности ниже. Каждая тонна земли стоит денег, потому что на добычу свежих формовочных материалов и на приготовление смесей затрачивается труд человека и работа дорогих машин. Поэтому желательно, чтобы одну и ту же землю можно было использовать для формовки по возможности много раз. Свойство земли не терять свои качества при повторных заливках называется долговечностью.

Обыкновенно каждый раз для новой отливки в землю при-

ходится делать небольшие добавки свежих формовочных материалов. Чем долговечнее земля, тем меньше требуется этих добавок, тем меньше освежение земли.

Таким образом требования, предъявляемые к формовочным и стержневым материалам, будут следующие: 1) пластичность, 2) крепость, или связность, 3) проницаемость, 4) огнеупорность, или неспекаемость, и 5) долговечность.

2. Структурная схема формовочной смеси

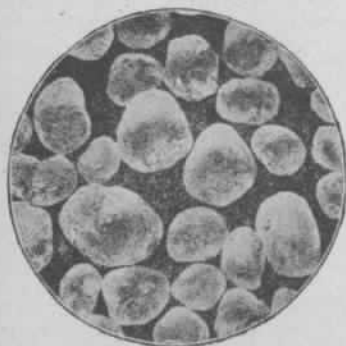
Формовочная смесь готовится из двух, а чаще из трех и даже из большего числа составных частей. Можно сказать, что в природе нет такой земли, которая годилась бы для формовки без добавки в нее других примесей или без тщательной ее обработки. Приходится добавлять или глину (если в природной земле глины мало) или песок (если в природной земле очень много глины). Почти всегда добавляют горелой земли, иначе сказать, такой земли, которая по крайней мере один раз уже была в работе. Наконец, прибавляют в землю угольную пыль, а в стержневые земли — навоз, опилки, патоку, декстрин и другие примеси. Отсюда следует, что формовочная земля — довольно сложная смесь разных материалов. Патока, глина и навоз — все это только примеси, которые примешиваются к основному материалу — песку.

Песок представляет основу всякой формовочной смеси, как бы ее скелет. Песок в чистом виде состоит из зерен минерала кварца, представляющего по химическому составу кремнезем (кремнекислоту). Это — очень огнеупорное вещество, так как температура плавления чистого кварца равна 1710° . Форма и размеры зерен кварца, составляющего песок, могут быть очень различными. По диаметру зерна песка бывают от 3 до 0,025 мм. При этом они обладают различной формой: они бывают круглые, угловатые, в виде пластинок и т. п. Различают три типа зерен: окатанные (фиг. 2), зерна с резко выраженными углами (фиг. 3) и зерна промежуточной формы — полуокатанные (фиг. 4).

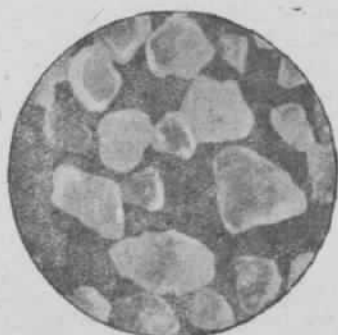
В чистом виде сухой песок не может служить формовочным материалом, так как входящие в состав его зерна ничем не связаны один с другим, поэтому песок не обладает крепостью, и сделанные из него формы не будут прочными.

Формовочный песок образуется из изверженных горных пород, разрушаемых от действия воды, ветра, тепла, холода и т. д. Солнце сильно накаливает скалы гор днем,

ночью же они сильно охлаждаются. От этого в скалах образуются трещины. В трещины попадает вода, которая при замерзании расширяется с такой силой, что она дробит скалу на куски. Куски эти в свою очередь тоже дают трещины и впоследствии от действия воды распадаются на более мелкие частицы. Горные ручьи подхватывают эти



Фиг. 2. Окатанные зерна песка.



Фиг. 3. Угловатые зерна песка.



Фиг. 4. Полуокатанные зерна песка.

частицы и сносят их вниз по склонам. При этом крупные осколки, истираясь один о другой и о ложе ручья, распадаются на более мелкие частицы — на песок, который оседает там, где течение менее быстро. Таким образом создаются месторождения формовочного (как и всякого другого) песка, из которых теперь происходит их добыча.

При перекачивании песчинок по дну ручьев и рек форма зерен постепенно сглаживается и округляется. Поэтому речной пе-

сок имеет более округлые песчинки, чем горный песок, который не переносился реками и не успел округлиться. Те пески, которыми мы пользуемся теперь, образовались давно. И в настоящее время, конечно, происходит такое же разрушение скал и образование нового песка.

Необходимую связь зернам песка сообщает находящаяся в составе формовочной земли глина. Чистая глина в химическом отношении представляет сложное вещество, в состав

которого входят: окись алюминия, или так называемый глинозем, кремнекислота (кремнезем) и вода, химически с ними связанная. Находящаяся в формовочной земле химически чистая глина смешана с частицами других веществ, например, с окислами железа, углекислой известью, с мельчайшими пылинками кварца, и эта смесь называется обыкновенной глиной. Если мы поместим ее под микроскопом, то увидим малопрозрачные и неравномерные, сыпучие, очень мелкие скопления мельчайших пылинок.

Глина окружает зерна песка (кварца) в виде тонкой оболочечки. Она обладает свойством поглощать воду, разбухать при этом и становиться клейкой, благодаря чему связывает зерна песка между собой. Глина, находящаяся в смеси в сухом состоянии, не может связывать зерна песка и из такой смеси нельзя изготовить форму, поэтому в формовочную смесь добавляют воду, которая смачивает глину; глина впитывает в себя воду и делается клейкой.

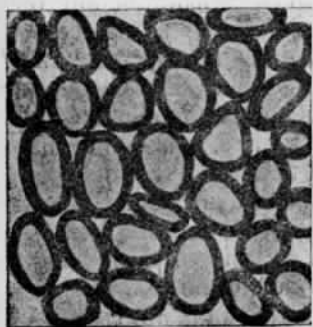
Раньше говорилось о том, что песок образовался от разрушения каменных скал. Камни, из которых состоят скалы, имеют различный состав. В состав их входит кварц и другие горные породы. Когда осколки скал разрушались и уносились водой, то кварц оставался без всякого изменения, а другие породы изменялись от действия воздуха, ветра и воды. При этом менялся также состав этих пород и их составляющих. Одни из них (сахар) растворились в воде, а другие не могли раствориться, но так как частицы их (зерна) были очень мелкие и легки, то вода захватывала их и уносила в виде мути. Когда течение потока замедлялось, эта мутная вода отстаивалась, причем мелкая муть оседала из воды и скапливалась большими залежами на дне озера или другого водоема. Такая мелкая муть и образовала глину.

Песок и влажная глина являются главными составными частями формовочной земли. Кроме того, в земле имеются в небольшом количестве различные примеси (некоторые из них вредны) и прибавляются специальные добавки, например, угольная пыль и т. п. Оценку этих примесей и добавок мы сделаем ниже.

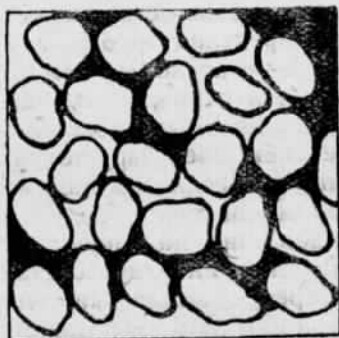
Для хорошей связности формовочной смеси недостаточно еще, чтобы в ней был песок и смоченная водой глина, — нужно чтобы глина в земле была распределена равномерно путем тщательного перемешивания. В идеальном случае каждое зерно песка должно быть обволочено кругом тонкой пленкой из глины (фиг. 5). В этом случае получится связывание (склеивание) каждого зернышка песка и, кроме того, пор (промежутков между зернами) будет много во

всех частях земли. Получится, следовательно, наилучшая для этой смеси крепость и проницаемость.

При неравномерном распределении глины в формовочной земле, что бывает при недостаточном перемешивании, получаем структуру (строение) земли, показанную на фиг. 6. Здесь глина (черная) связывает не все зерна песка между собой, и в то же время там, где глины скопилось много, она заполняет все проходы между зернами песка: в этих местах проницаемость земли очень мала или совсем отсутствует. Поэтому если в каком-нибудь песке от природы содержится достаточно глины, можно не добавлять в него



Фиг. 5. Хорошее перемешивание смеси.



Фиг. 6. Плохое перемешивание смеси.

новой, но все же перемешать его необходимо для того, чтобы равномерно распределить всю глину, которая имеется в песке. Без такого перемешивания глина никакой пользы не принесет, хотя ее в песке и много, так как она распределена в массе комочками, неравномерно.

3. Общие свойства формовочных смесей и земель

Пластичность, крепость, проницаемость, огнеупорность и долговечность являются теми общими, необходимыми для каждой формовочной земли свойствами, которыми она должна обладать в той или иной степени. Сейчас мы рассмотрим, от чего зависят эти свойства земли, как они связаны между собой, а также с составом земли (ее составных частей) и как управлять этими свойствами.

Пластичность. Как уже говорилось выше, пластичность есть свойство земли изменять свою форму при давлении или набивке без появления трещин.

При давлении на землю отдельные зерна песка, окруженные оболочкой из глины, будут передвигаться один относительно другого. В пластичной земле оболочки двух соседних зерен песка при этом не отрываются один от другого, а все время остаются в сцеплении, и целостность земли не нарушается. Если земля мало пластична, то при перемещении соседних зерен их глиняные оболочки, менее пластичные, менее текучие, разрываются между собой, а не скользят без нарушения целостности, и получается разрыв — небольшая трещина. Если таких трещин будет рядом много, то целостность земли в этом месте нарушится.

Посмотрим, как влияет на пластичность количество влаги в земле. Влажность формовочной смеси обыкновенно бывает в пределах 4—6%, т. е. на 100 кг земли в ней содержится 4—6 кг воды. Чем больше в земле воды, тем жиже получается глина, находящаяся в виде оболочек на зернах песка. А из опыта известно, что более разжиженная глина легче мнется без нарушения ее целостности, т. е. она более пластична. Но если мы дадим избыток воды, то глина будет слишком жидкой и будет плохо склеивать зерна песка. При давлении на такую переувлажненную землю слабые оболочки зерен будут отставать одна от другой при движении зерен, и земля окажется мало пластичной.

Следовательно, мы можем сказать, что влажность увеличивает пластичность, но лишь до некоторого предела; увеличение количества влаги сверх этого критического предела будет уже уменьшать пластичность. Этот критический предел влажности, при котором получается наилучшая пластичность, зависит от состава земли и величины зерен, и для каждой смеси он имеет свою величину.

Если в земле мало глины, то оболочки около зерен песка будут тонкие, и при скользящем движении зерен разрыв соседних оболочек произойдет быстрее, чем при большом содержании глины в земле и толстых оболочках на зернах. Значит, увеличение количества глины в земле увеличивает пластичность. Более жирная земля (содержащая больше глины) поэтому набивается легче, и с такой смесью формовщик может давать более высокие показатели производительности. Конечно, содержание глины в земле не должно быть слишком большим, иначе земля будет неподходящей по другим качественным показателям, например по проницаемости.

Качество глины имеет очень большое значение для пластичности. Есть глины грубые и глины тонкие. Первые плохо склеивают зерна песка и сами по себе мало пластичны, т. е.

при растирании, например между пальцами, разрушаются или дают трещины. Тонкие глины лучше (крепче) склеивают и более пластичны, так что при растирании между пальцами они текут, тянутся без нарушения своей целости.

Грубые, мало пластичные глины состоят из более крупных частиц по сравнению с тонкими, высокопластичными глинами. Мельчайшие частицы, которых очень много в пластичных глинах и от которых собственно и зависит их пластичность, называются коллоидами. Чем больше глина содержит коллоидов, тем она пластичнее и тем пластичнее формовочная земля, в которой имеется эта глина. Для достижения тех же показателей по крепости и пластичности более коллоидальной, пластичной, глины потребуется в земле меньше чем грубой. При одинаковых же количествах глины та земля будет крепче и пластичнее (легче и быстрее будет набиваться), в которой глина более пластична.

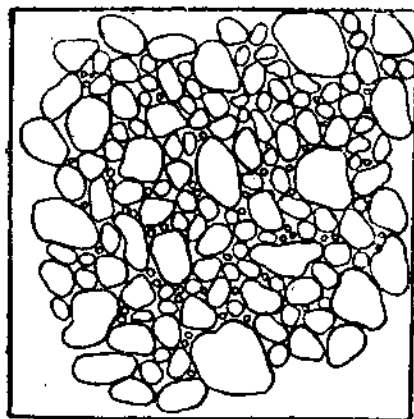
В природе встречаются чрезвычайно пластичные и клейкие глины вулканического происхождения, которые называются бентонитами. Особенно распространено применение бентонитов в американской литейной промышленности. В Союзе имеются месторождения высококачественных бентонитов в Закавказьи и Туркмении.

Форма и величина зерен песка (составляющего основу формовочной смеси, или ее скелет) также оказывают влияние на пластичность формовочной смеси, или земли.

Нетрудно убедиться, что чем мельче зерно песка, тем больше точек соприкосновения имеют эти зерна, взятые в каком-то определенном объеме. Возьмем к примеру ящик (или коробку) и наложим в него крупные шары, например детские резиновые мячи. Пусть в этой коробке поместилось (довольно) всего восемь шаров, по четыре в два ряда. Эти шары соприкасаются между собой при правильной укладке в 12 точках. Теперь удалим шары и наполним коробку дробью. Конечно, мелкие дробинки будут иметь теперь уже не 12 точек соприкосновения, а во много раз больше — сотни и тысячи точек соприкосновения. Чем мельче будут дробинки (или зерна песка), тем больше будет точек их соприкосновения.

Чем мельче будут зерна песка в формовочной земле, тем больше будет ее пластичность, потому что цельность земли поддерживается склеиванием глиной в точках касания зерен, а в мелкозернистой земле таких точек больше чем в крупнозернистой.

Форма зерен песка, как мы видели выше, бывает разная. Зерна бывают окатанные, угловатые с острыми, несглаженными, углами и полуокатанные с округленными углами. Круглые, окатанные зерна, насыпанные в какой-нибудь сосуд или коробку, будут иметь меньше точек касания, чем угловатые зерна, которые могут задевать один за другой сразу в нескольких точках, цепляясь своими зазубринками и выступами. Поэтому можно заключить, что на пластичность неблагоприятно влияет округленная (окатанная) форма зерен. При остроугольных, угловатых, зернах пластичность лучше чем при округленных.



Фиг. 7. Разнородные зерна песка.

Наконец, немаловажное значение для пластичности земли имеет однородность зерен. Если зерна песка будут различны по своей величине, как показано на фиг. 7, то точек соприкосновения будет больше, значит, лучше будет и пластичность; при одинаковых по размерам зернах точек соприкосновения будет меньше, и пластичность будет хуже. Значит, неоднородность зерен улучшает пластичность земли.

На основании наших рассуждений можно таким образом сказать, что на пластичность земли благоприятно действуют следующие факторы: 1) влажность, хотя лишь до известного предела, сверх которого увеличение влажности снижает пластичность; 2) количество глины в земле; 3) качество глины, а именно тонкие (состоящие из очень мелких частиц, коллоидальные) глины, сами по себе более пластичные, увеличивают пластичность земли; 4) зерна песка малого размера; 5) угловатые, а не круглые зерна песка; 6) разнородные по размерам зерна песка.

Крепость. Крепость, или связность земли, — не то же, что пластичность, и эти свойства не надо смешивать, хотя они находятся в одинаковой качественной зависимости от разных факторов. Крепость есть способность земли сопротивляться отделению зерен друг от друга, пластичность же — это способность изменять форму без нарушения связи между зернами. Земля может быть очень крепкой, так что

для ее разрушения (например для излома бруска из нее) требуется большое усилие, но в то же время эта земля может быть совершенно не пластичной, т. е. она не может изменять свою форму без нарушения целостности. Таким примером может служить сухой стержень.

Рассмотрим влияние различных факторов на крепость земли. Совершенно сухая земля не обладает крепостью, хотя бы там было достаточное количество глины, потому что глина, не будучи смочена водой, не отличается клейкостью. С увеличением влажности глина все более намокает и приобретает все большую клейкость, но лишь до некоторого предела. Если глину слишком увлажнить, то она становится уже менее клейкой. С увеличением влажности земли крепость ее возрастает, но до известного предела. Если влажность больше этого предела, то крепость уже уменьшается.

Крепость земли получается за счет влаги и глины. С увеличением содержания глины крепость земли возрастает. Качество глины, связывающей зерна песка, имеет решающее значение для крепости земли. Жирные (коллоидальные) глины дают большую крепость, чем тощие, и для достижения той же крепости нужно тем меньше глины, чем больше она содержит коллоидов.

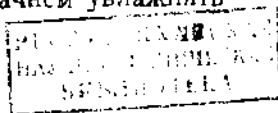
Связь зерен между собою осуществляется в точках их соприкосновения. Поэтому чем этих точек касания зерен будет больше, тем лучше будет крепость земли. На основании наших рассуждений по этому поводу при разборе пластичности мы можем сказать, что крепость земли будет больше при мелких, угловатых и неоднородных по размерам зернах песка.

Таким образом мы видим, что качественные зависимости крепости земли от разных факторов те же, что и для пластичности.

Проницаемость. Проницаемость есть способность земли пропускать газы. Газы могут пройти через землю только при наличии свободных промежутков между зернами. Поэтому всякая причина, способствующая увеличению числа этих промежутков или их размеров, будет увеличивать проницаемость земли.

При увлажнении земли глиняная оболочка песчаных зерен разбухает и заполняет часть свободных промежутков между зернами, вследствие чего размеры этих промежутков становятся меньше. Следовательно, при увеличении влажности земли проницаемость ее уменьшается.

Однако, как показывает опыт, если мы начнем увлажнять



совершенно сухую землю, то вначале до некоторого, очень небольшого процента влаги проницаемость будет увеличиваться. При дальнейшем увлажнении сверх этого критического процента влаги проницаемость будет все время уменьшаться.

Это явление можно объяснить следующим образом. Обыкновенно в земле кроме крупных зерен песка имеются очень мелкие зернышки — пыль, которая при сухом состоянии земли занимает часть промежутков между крупными зернами и забивает их. При небольшом смачивании пылинки склеиваются водой и образуют комочки, которые отнимают уже меньше места у пустот между зернами песка, чем большое количество отдельных пылинок. Кроме того, поверхность каждого зерна, вообще говоря, неровная, и при прохождении газов по каналам или порам между зернами песка получается трение, затрудняющее прохождение газов. При небольшом смачивании земли водой на каждом зерне получается пленка воды, которая заполняет неровности, и поверхность зерна становится более гладкой, отчего несколько увеличивается и проницаемость земли. По этим двум причинам при слабом смачивании земли, в особенности сильно загрязненной пылью, проницаемость несколько увеличивается. При дальнейшем увлажнении вследствие сильного набухания глины проницаемость будет падать.

Чем больше в земле пыли, тем резче выражено это явление, т. е. тем больше повышение проницаемости от увлажнения и тем больше критическая влажность, выше которой начинается уменьшение проницаемости. Если взять землю, которая совсем не содержит пыли, то с самого начала увлажнения проницаемость такой земли будет уменьшаться.

Глина, находящаяся в формовочной земле, заполняет часть промежутков между зернами песка. Поэтому при увеличении содержания глины проницаемость земли уменьшается.

Зерновая структура земли имеет большое влияние на проницаемость. Если зерна песка крупные, то и промежутки между ними большие по сравнению с промежутками между мелкими зернами; через крупные промежутки газам пройти легче, чем через мелкие, если даже в обоих случаях общая площадь промежутков одинаковая. Так, если налить воды в мелкое сито, то она протечет через это сито не так быстро, как через крупное. Значит, чем крупнее зерна песка в земле, тем лучше ее проницаемость. Поэтому очень мелкие зерна песка, содержащиеся в земле, — пыль — явля-

ются чрезвычайно вредными для проницаемости. Пыль сильно снижает проницаемость формовочной земли.

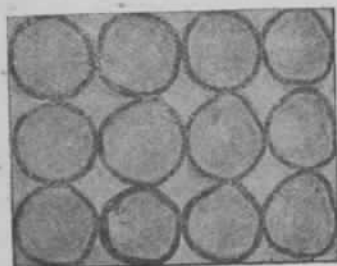
В табл. 1 показано влияние пыли на проницаемость. Земля без пыли имеет проницаемость 2,78, с 50% пыли всего 1,78 а при большем количестве пыли проницаемость еще меньше.

Таблица 1

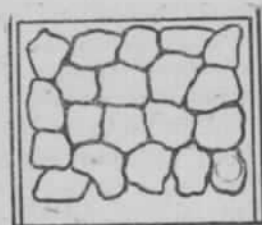
Влияние количества пыли в земле на проницаемость

‰ пыли (0,0125 мм)	‰ зерен (0,3 мм)	Средняя газопрони- цаемость	‰ пыли (0,0125 мм)	‰ зерен (0,3 мм)	Средняя газопрони- цаемость
0	100	278	30	70	15,5
0,5	99,5	260	40	60	3,2
1	99	257	50	50	1,78
2	98	246	60	40	1,41
3	97	229	70	30	1,40
10	90	149	80	20	1,44
20	80	51,9	90	10	—
			100	0	2,20

При круглых или окатанных зернах промежутки между ними будут шире чем при угловатых зернах. На фиг. 8 показана укладка окатанных зерен — промежутки там широкое.



Фиг. 8. Однородные зерна песка окатанной формы.



Фиг. 9. Укладка угловатых зерен.

На фиг. 9 показана укладка зерен угловатой формы. Здесь промежутки между зернами очень небольшие. Кроме того, поверхность угловатых зерен более шероховатая, что повышает трение при прохождении газов через поры и тоже ухудшает проницаемость.

Все эти рассуждения указывают на то, что угловатые зерна хуже в смысле проницаемости, чем округлые. Однако здесь мы не учитываем еще одного фактора, а именно уплотняемость. Вследствие большей шероховатости своей поверхности, угловатые зерна при той же затраченной на уплотнение земли работе дадут меньшее уплотнение, т. е. промежутки между ними останутся шире чем в земле с круглыми зернами. Поэтому если брать землю, уплотненную с затратой одинаковой работы, то угловатые зерна во многих случаях дадут лучшую проницаемость, чем круглые.

Если зерна песка все одинаковые по величине, то проницаемость лучше чем в случае зерен разного размера. При разнокалиберных зернах мелкие зерна и пыль располагаются в промежутках между крупными зернами, уменьшая проходы для газов.

Некоторое увеличение проницаемости при 100% пыли по сравнению со смесью, состоящей из 80% пыли и 20% крупного песка, показанное в табл. 1, объясняется именно тем, что при 100% пыли все зерна (пылинки) приблизительно одинаковых размеров.

Таким образом можно сказать, что проницаемость будет хорошая если: 1) в земле будет мало влаги, 2) в земле будет мало глины, 3) зерна будут крупные, 4) зерна будут одинаковые по величине.

Огнеупорность. Огнеупорность формовочной смеси в основном зависит от состава этой смеси и в первую очередь от состава главных ее составляющих, т. е. песка и глины.

Чистый песок, не загрязненный примесями, состоит из зернышек, которые прозрачны как стекло. Такой чистый песок имеет белый цвет и называется кварцевым. Кварцевый песок — это почти чистый кремнезем. Он очень огнеупорен и свободно может выдержать, не оплавляясь, температуру жидкой стали. Чаще песок бывает не белый, а имеет другие цвета и оттенки — желтый, красноватый и т. д. Цвет песка зависит от примесей. Так, окись железа, содержащаяся в песке, окрашивает его в красно-бурый цвет.

Огнеупорность песка, внутри зерен которого имеются примеси, меньше чистого кварцевого песка. Чем больше примесей в песке, тем меньше его огнеупорность. Особенно вредными примесями считаются окись кальция и магния, в особенности щелочи — поташ и сода. Последние, соединяясь с кварцем, дают легкоплавкий шлак, который плавится уже при 700°.

Чистая, не загрязненная примесями глина имеет очень

высокую огнеупорность (порядка 1750°), вполне достаточную даже для стального литья. Но обыкновенно глина бывает сильно загрязнена вредными примесями (которые мы перечислили выше), сильно снижающими ее огнеупорность. Поэтому глина оказывается много слабее песка по огнеупорности, и чем меньше в формовочной земле глины, тем выше огнеупорность земли. Чистота глины, обуславливающая ее собственную огнеупорность, играет при этом основную роль.

Кроме химического состава песка и глины, из которых составлена формовочная смесь, на огнеупорность в условиях литейной формы оказывает влияние также форма и размеры зерен песка. Крупные и окатанные зерна дают лучшую огнеупорность, чем угловатые и мелкие зерна. У крупнозернистого песка на поверхности формы меньше точек соприкосновения с расплавленным металлом на одной и той же площади, чем у песка с мелкими зернами. Металл в первом случае может передать меньше тепла прилегающему к нему слою земли, поэтому форма из крупнозернистого песка меньше пригорает к отливке, чем форма из мелкозернистой земли. С другой стороны, земля с правильными круглыми зернами песка труднее плавится и меньше пригорает, чем земля с зернами неправильной формы, потому что у круглых зерен точек соприкосновения с металлом меньше, чем у зерен плоских, угловатых, шероховатых и вообще неправильной формы.

Наряду с более крупными зернами песка в формовочных землях часто бывает некоторое количество очень мелких зернышек в виде пыли. Она всегда содержит много полевого шпата, представляющего соединение (силикат) глинозема Al_2O_3 и окиси калия, натрия или кальция с кремнеземом SiO_2 . Полевой шпат имеет температуру плавления ниже температуры заливаемого в формы чугуна. Следовательно, пыль уменьшает не только газопроницаемость, но и огнеупорность формовочной земли.

Суммируя наши выводы по огнеупорности, мы можем сказать, что для достижения лучшей огнеупорности смеси нужно:

- 1) употреблять по возможности чистый (белый) кварцевый песок, зерна которого прозрачны и не загрязнены примесями, уменьшающими огнеупорность;
- 2) употреблять огнеупорную глину, которая также содержит мало этих вредных примесей;
- 3) глины употреблять по возможности меньше, лишь столько, сколько это необходимо для получения нужной крепости; в этом отношении более клейкие глины имеют

то преимущество, что их надо добавлять в землю немного: часто, однако, глины с хорошей клейкостью обладают малой огнеупорностью (например бентониты); нужно стараться подыскать такую глину, которая была бы достаточно огнеупорна и в то же время обладала большой клейкостью;

4) брать песок с крупными и окатанными зернами, не загрязненный пылью.

Долговечность. Долговечность формовочной смеси зависит от того, насколько эта смесь, или земля, портится при каждой заливке.

Какие изменения происходят в земле под действием металла? При каждой заливке изменениям подвергаются все составные части земли. Рассмотрим эти изменения.

Изменения песка. Зерна песка состоят из кварца с небольшим количеством примесей. Предположим даже, что мы имеем зерна из чистого кварца, т. е. кварцевый песок. Кварц плавится при очень высокой температуре и от действия жара жидкого металла, даже стали, он расплавиться не может, но при нагреве кварцевые зерна могут растрескиваться. Это растрескивание происходит при 575° . Чем крупнее и угловатее зерна песка, тем легче они растрескиваются. Таким образом песчаная часть земли при каждой заливке обогащает землю мелочью и пылью вследствие растрескивания зерен песка.

Изменение глины. Если глину просушить при небольших температурах, например при 110° , то вся вода из нее испарится, и глина получится твердой. Размолот эту сухую глину и смочив водой, мы снова получим жидкую глину, обладающую такой же склеивающей способностью, как и до сушки. Если же глину нагреть до температуры выше 500° , то глина обожжется. После размалывания такой обожженной глины в порошок и смачивания ее водой мы увидим, что теперь она уже совсем не может склеивать. Получается не глина, а нечто вроде толченого кирпича, который тоже не обладает свойством клейкости.

Таким образом глина при нагреве выше 500° теряет свою способность склеивать, или, как говорят, превращается из активной глины в неактивную. В литейной форме, конечно, не вся глина теряет свою активность, а лишь та, которая находится недалеко от горячей отливки и подвергается действию ее жара, нагреваясь выше 500° .

Потеря глиной своей склеивающей способности происходит от того, что при сильном обжиге глина теряет не только механически примешанную воду, которую можно

удалить сушкой, но и воду, входящую в химический состав глины. Эта химически связанная вода не может быть возвращена глине простым увлажнением, поэтому обожженная, неактивная, глина при увлажнении не получает свойства клейкости.

Изменения других составных частей земли. Другие составные части формовочной земли при каждой заливке тоже подвергаются изменениям и разрушениям. Вода испаряется почти вся, оставаясь в небольшом количестве лишь в местах формы, отдаленных от отливки, где температура нагрева земли не поднимается до 100°. Уголь частью сгорает нацело, оставляя в земле золу, которая засоряет землю как пыль и снижает огнеупорность, часть же угля выделяет летучие газы и оставляет кокс, который увеличивает балласт в земле. Если в земле имеется ряд других примесей, как навоз, опилки, масло, мука и т. п., то они тоже частью выгорают, а частью превращаются в кокс.

Из рассмотренных изменений составных частей земли при заливке видно, что при каждой заливке земля изменяется, теряя свои свойства в той или иной мере. Поэтому земля нуждается каждый раз в освежении. Долговечность формовочной земли и связанная с ней степень освежения зависит не только от свойств и состава смеси, но также и от условий службы земли. При мелком и тонкостенном литье, мало прогревающим форму, долговечность земли будет больше, чем при крупном и толстостенном литье. Точно так же земля для стального литья, имеющего более высокую температуру заливки, нуждается в большем освежении, чем земля для чугунного литья.

Взаимная связь основных свойств земли. При разборе основных свойств формовочных материалов и смесей мы видели, что эти свойства зависят от целого ряда факторов (причин). При этом многие факторы оказываются общими для разных основных свойств земли. Например, изменяя содержание глины в земле, мы изменяем одновременно и пластичность, и крепость, и проницаемость, и огнеупорность.

Значит, рассмотренные нами основные свойства земли имеют между собой связь, и нельзя изменить в земле одно какое-нибудь свойство без того, чтобы одновременно не изменились от этого и некоторые ее другие свойства.

Наибольшее значение для практики имеет взаимная связь между двумя очень важными свойствами земли — проницаемостью и крепостью (и связанной с ней пластичностью).

Эти свойства в сильной степени связаны между собой, и кроме того, они сильно меняются в зависимости от увлажнения земли, причем эти изменения очень важно знать в производстве. Изменения огнеупорности земли не столь резки на практике и зависят от таких более существенных факторов, как состав земли, загрязненность примесями и т. п. Поэтому мы сделаем упор на изучение взаимной связи между проницаемостью и крепостью и зависимости этих свойств от влажности земли.

Мы уже установили, что проницаемость земли улучшается, если в земле меньше влаги, крепость же от этого ухудшается. Если в земле больше глины, то проницаемость хуже, а крепость лучше. Проницаемость улучшается, если зерна песка крупнее, а крепости это вредит. Если зерна песка разные по размеру, то проницаемости это вредит, а крепость от этого улучшается.

Таким образом мы видим, что проницаемость и крепость земли — это качества обратные. Изменяя какой-нибудь фактор, улучшающий проницаемость, мы ухудшаем крепость земли. Поэтому очень важно на практике установить для данного рода литья такую формовочную смесь, которая обладала бы достаточной проницаемостью и вместе с тем хорошей крепостью. Подобрать такую смесь на практике не всегда просто, для этого нужны лабораторные исследования и опыты в цехе.

Наиболее просто менять в формовочной смеси степень влажности. С другой стороны, не все литейщики отдают себе ясный отчет в том, насколько большое значение имеет правильный процент влажности для качества формовочной смеси. Поэтому остановимся несколько подробнее на изменении основных показателей земли — проницаемости и крепости — при изменении влажности.

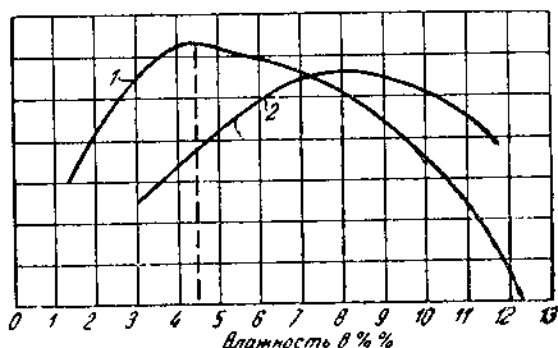
Раньше мы установили, что при небольшом увлажнении, до некоторого критического предела влажности, земля увеличивает свою проницаемость за счет слипания кусочков пыли и сглаживания шероховатостей на поверхности зерен. Сверх этого критического процента влажности проницаемость уменьшается.

Если это представить в виде диаграммы (фиг. 10), то получим линию 1. Здесь вправо мы откладываем проценты влажности земли, т. е. степень ее увлажнения, а вверх против каждого процента влажности — величины проницаемости. Кривая 1 показывает, как изменяется проницаемость при постепенном увлажнении земли. Мы видим из этой кривой, что с увеличением влажности до 4,5% проницаемость

земли этого выбранного нами сорта увеличивается, а при дальнейшем увлажнении проницаемость начинает падать. Следовательно, для этой земли влажность в 4,5% дает наивысшую проницаемость. Другими словами, влажность в 4,5% будет для этой земли наилучшей для проницаемости.

Крепость земли, как мы тоже установили раньше, при постепенном увлажнении также сначала увеличивается, а затем, после некоторой критической влажности, при дальнейшем увлажнении уменьшается.

На диаграмме фиг. 10 кривая 2 показывает, как изменяется крепость нашей земли при постепенном увлажнении. Мы видим, что при увлажнении до 8% крепость все время



Фиг. 10. Влияние влажности на проницаемость и крепость.

увеличивается, а при дальнейшем увлажнении начинает постепенно уменьшаться. Значит, для нашей земли влажность в 8% дает наивысшую крепость, или же влажность в 8% будет для этой земли наилучшей для крепости.

Итак, для получения наилучшей проницаемости надо иметь для нашей земли 4,5% влажности, а для получения наилучшей крепости 8%. Влажность в земле мы не можем, конечно, иметь в 4,5 и 8% одновременно. Спрашивается, какой же влажности земли держаться в данном случае? Ясно, что уменьшать влажность этой земли ниже 4,5%, а равно и увеличивать ее выше 8% не имеет никакого смысла, потому что при уменьшении влажности ниже 4,5% и при увеличении ее сверх 8% ухудшаются оба показателя — проницаемость и крепость. Следовательно, зона рабочей влажности для нашей земли лежит между нашими двумя критическими влажностями — между 4,5 и 8% влажности. Внутри этой зоны и приходится подбирать рабочую влажность

земли с таким расчетом, чтобы получить достаточную проницаемость и в то же время необходимую для данного рода литья крепость.

Какие именно основные показатели качества земли нужно держать для разного рода литья? Как велика должна быть проницаемость, крепость и влажность земли? Об этом мы поговорим позднее, сейчас же мы познакомились лишь с характером зависимости проницаемости и крепости от увлажнения земли.

Дополнительные требования к стержневым смесям. Перечисленные выше основные свойства, которыми должен обладать формовочный материал, являются необходимыми и вытекают из условий, в которых форма несет свою службу. Эти основные свойства должны быть присущи формовочным материалам, из которых изготавливаются самые литейные формы.

Если земля не удовлетворяет какому-либо из этих требований, может получиться брак. Перечисленные свойства являются поэтому совершенно необходимыми для всех формовочных смесей.

Что касается стержней, то они находятся в еще более тяжелых условиях по сравнению с собственно формами, и к стержневым смесям и специальным связующим веществам для них предъявляется еще ряд дополнительных требований.

Стержень при заливке почти со всех сторон окружен жидким металлом. Вследствие этого стержень должен иметь более высокую проницаемость и крепость, чем формовочная смесь. Стержни для улучшения проницаемости и крепости, как правило, подвергаются сушке, в то время как формы сушатся далеко не всегда.

При затвердевании и охлаждении отливки в форме отливка вследствие усадки сокращается, уменьшаясь в размерах. Величина усадки для разных металлов и сплавов различна. Для серого чугуна усадка составляет 1%, другими словами все размеры отливки при затвердевании и охлаждении уменьшаются на 1/100 своей величины. Если мы возьмем чугунную трубу диаметром 1 м, то при усадке ее диаметр должен уменьшиться на 10 мм. Усадка стали еще больше — около 2%, а белый чугун имеет усадку 1,5%.

Чтобы стержень не препятствовал свободному сокращению отливки при усадке, он должен иметь свойство неподатливости. Если стержень будет неподатливым, то отливка при усадке может на таком стержне лопнуть, дать трещину, так как только что затвердевший металл, имею-

щий высокую температуру, имеет очень небольшую прочность. Чем больше степень усадки металла и чем больше размеры стержня, который при усадке отливки сжимается, тем податливее должен быть стержень. Поэтому в стержневые смеси на глине примешиваются такие материалы, как конский навоз, опилки и пр., одно из назначений которых — делать стержни более податливыми.

Второе дополнительное свойство, которым должны обладать стержни и стержневые смеси, помимо общих основных свойств, которые мы требуем от формовочных смесей, это легкость выбивки стержней из отливки после ее затвердевания и охлаждения в форме. Стержни заполняют внутренние полости отливки и часто для большей крепости имеют внутри железные или чугунные каркасы (скелеты). Выбивка стержней и удаление из отливки каркасов этих стержней при сложных отливках является одной из самых тяжелых операций в литейном производстве. Поэтому надо стремиться к получению стержневых смесей, наиболее легко разрушающихся при выбивке и в то же время при заливке имеющих высокую крепость.

Обыкновенные стержневые смеси на глине не обладают свойством легкой выбиваемости. Стержень из глинистой смеси после затвердевания отливки становится еще крепче, и выбивка таких стержней, обычно имеющих к тому же каркасы, очень тяжела. Стержни на специальных связующих веществах, например на льняном масле, сульфитном щелоке и т. п., при заливке обладают большой крепостью и обычно не требуют каркасов, а во время затвердевания и охлаждения отливки теряют свою связность настолько, что при выбивке очень легко высыпаются из отливки в виде песка. Однако такие стержни очень дороги из-за высокой стоимости специальных связующих веществ и поэтому применяются только для ответственных отливок.

Специальные связующие вещества для стержней должны обладать следующими основными свойствами.

Прежде всего этот связующий материал не должен быть дефицитным и дорогостоящим, должен идти в смесь в небольших количествах, в то же время достаточных для придания стержню всех необходимых свойств и хорошо и быстро перемешиваться с песком. Стержень, изготовленный из такой смеси, обладает большой крепостью в сухом виде; в то же время смесь должна иметь некоторую крепость и в сыром виде, чтобы до сушки стержни не разваливались при их переноске в сушило. В сухом виде стержни из такой смеси обладают высокой проницаемостью. Далее,

стержни часто хранятся в стержневом отделении в виде некоторого запаса. Кроме того, стержни часто ставятся в сырые земляные формы не непосредственно перед заливкой, а задолго до заливки. Поэтому связующее вещество должно обладать такими свойствами, чтобы стержни, изготовленные на нем, не впитывали влагу из земли формы (не отсыревали) и не теряли от этого своей крепости. Наконец, свойство легкости выбивки стержней также надо отнести за счет связующего вещества, к которому это требование также предъявляется.

Виды брака литья по вине формовочной земли. Если качество формовочной земли в отношении ее основных свойств и показателей не выдерживается, то литье получается бракованным. Брак по вине земли оказывается на практике очень большим. В среднем по машиностроительному литью можно считать, что около половины всего литейного брака происходит по вине земли. Отсюда видно то значение, которое имеет качество земли в литейном производстве, и то внимание, которое должно уделяться земельному хозяйству. К сожалению, не на всех еще заводах литейщики хорошо усвоили это обстоятельство, и роль земли часто недостаточно учитывают. Чтобы правильно поставить вопрос в цехе в отношении качества земли и ее переработки, каждый земледел должен знать свойства земли и правильные способы ее приготовления, должен освоить земледельные агрегаты, а также знать, "по вине каких свойств земли получается тот или иной вид брака. Без этого невозможна борьба с браком и борьба за качество продукции, невозможна стахановская работа.

Рассмотрим здесь, как вызывает брак то или иное свойство формовочной земли.

При слишком высокой влажности во время заливки образуется такое большое количество пара из этой лишней влаги, что стенки земляной формы не могут пропустить весь этот пар и газы. Поэтому часть газов и пара пойдет наружу через металл и далее через литник. Металл при такой сырой форме будет кипеть. В результате часть газов останется в металле при его затвердевании, и отливка получится с пустотами — газовыми раковинами.

На фиг. 11 показана отливка — шкив, на котором получились большие газовые раковины.

Отличить газовые раковины от других видов раковин (например от усадочных раковин и др.) можно по тому признаку, что газовые раковины внутри гладкие и не имеют острых углов, форма их сглаженная. Объясняется это тем,

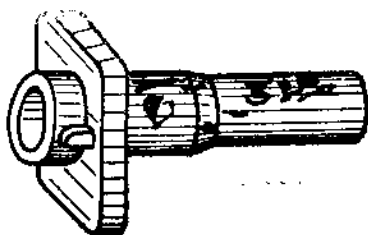
что газовые раковины представляют по существу пузыри газов в застывшем металле.

Чаще газовые раковины получаются вследствие недостаточной проницаемости из-за неправильного состава, а не от переувлажнения земли. В этом случае малопроницаемая земля не может пропустить и того нормального количества газов и пара, которые образуются в форме при нормальной влажности земли.

Часто причиной брака по газовым раковинам служит стержень или стержневая земля. Стержень может быть или недостаточно хорошо просушен (о сушке форм и стержней см. ниже), или же сама по себе стержневая земля приготовлена неправильного состава и обладает недостаточной проницаемостью. При плохой проницаемости стержня газы, ко-



Фиг. 11. Шкив с газовыми раковинами.



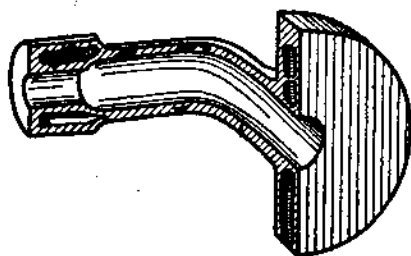
Фиг. 12. Труба с раковинами от стержня.

торые в нем образуются под действием жара металла, не могут все отводиться наружу через тело стержня — часть этих газов будет идти через металл. Последний будет кипеть у стержня, и в результате здесь получатся газовые раковины. На фиг. 12 показан такой пример — на верхней стороне трубы с фланцем получились газовые раковины (газы в металле поднимаются вверх) из-за плохой проницаемости стержня.

Газовые раковины — очень распространенный вид брака по вине формовочных земель. Хуже всего в этом браке то, что большей частью газовые раковины не выходят наружу, а скрыты внутри тела отливки. Поэтому в литейной приемщик часто не может их обнаружить. Литье принимается и направляется в обработку, и только в процессе обработки, иногда даже на последней отделочной операции, обнаруживается наличие раковин в отливке. В результате получается, что помимо затраченного материала (на его переплавку) и работы людей и машин в литейной, непроизводительно ра-

ботали также и станки по обработке такой отливки. Кроме того, забракованная отливка будет задерживать сборку и комплектование изделия (например трактора), и из-за таких дефектных отливок может быть сорвана программа сборочного цеха. Для замены забракованной при обработке отливки механический цех принужден заказывать литейному цеху новую отливку, которая должна быть отлита вне очереди, в аварийном порядке, чтобы не задержать сборку и выпуск изделий. Такая аварийность в производстве всегда вносит новые затруднения.

Таким образом всякий скрытый брак литья, вроде газовых раковин, обнаруживаемый лишь в механическом цехе, чрезвычайно тяжело отзывается на производстве и с таким браком надо вести решительную борьбу.



Фиг. 13. Внутренние газовые раковины.

Пример внутренних газовых раковин приведен на фиг. 13. Здесь показан в разрезе отливка (труба), имеющая в стенках внутренние газовые раковины вследствие недостаточной проницаемости форм и стержня.

Кроме газовых раковин, по вине формовочной земли получают еще земляные раковины и засоры, или песочины. Земляная раковина представляет отвалившийся от формы кусочек земли, застрявший в металле и вкрапленный в тело отливки. Эти раковины бывают неправильной формы, и их характерное отличие в том, что внутри они заполнены землей. Земляные раковины могут быть открытыми, выходящими на поверхность отливки, и скрытыми — внутренними, находящимися внутри тела отливки.

Причина земляных раковин заключается в недостаточной крепости земли вследствие ее неправильного состава — недостаточного количества глины и влаги. Иногда крепость земли получается не только за счет количества глины, но и за счет излишней влажности. В таких случаях может также иметь место брак по земляным раковинам (обвалам земли в форме), потому что под действием тепла расплавленного металла эта излишняя влага в земле очень быстро испаряется, земля становится уже некрепкой и может обвалиться в форме.

Засоры, или песочины, представляют также вкрапления в теле отливки земляных кусочков, но только не-

больших размеров. Чаще всего земляные засоры намывает потоком жидкого металла, который течет по форме и смыкает с поверхности ее недостаточно крепко связанные с ней песчинки, которые потом запутываются в металле и остаются в теле отливки. Здесь, следовательно, причина опять в недостаточной крепости и влажности земли.

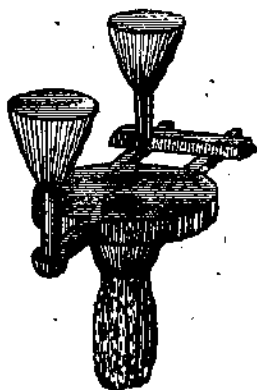
Чем больше влажность формовочной земли, тем быстрее она отводит тепло от залитого в форму жидкого металла, или, как говорят, тем больше ее теплопроводность. Поэтому, если землю слишком увлажнить, то тонкостенное чугунное литье, остывая в форме очень быстро, дает закал, т. е. чугун получается в изломе белого цвета и настолько твердым, что не поддается обработке резцом.

Если в литейной форме имеется какой-нибудь узкий и длинный канал, который должен быть заполнен жидким металлом, то он может проникнуть в этот канал только в том случае, если находящийся в этом канале воздух выйдет из него. При недостаточной проницаемости формовочной земли воздух будет выходить из канала очень медленно, и может случиться, что металл в канале затвердеет прежде, чем он дойдет до конца канала. В таком случае получается брак по недоливу по вине формовочной земли. Наш канал, представляющий часть отливки, выйдет неполностью, и отливка пойдет в брак.

Чтобы дать свободный выход воздуху из формы при заполнении ее жидким металлом не только через поры земли, в формах иногда делают широкие вертикальные каналы, или выпоры, которые ставят на самых верхних точках полости формы, чтобы через них мог выйти весь воздух, а также накалывают иглой в форме специальные вентиляционные каналы («духа»).

На фиг. 14 показан вид литейного брака, заключающийся в раздутии нижней части отливки. Давление жидкого металла больше в нижних частях формы. И если формовочная земля имеет недостаточную крепость или форма слабо набита, то металл раздает стенки формы, и отливка получается раздутой.

Раздутие отливки, впрочем, не всегда является окончательным браком. Иногда его можно исправить, сняв на на-



Фиг. 14. Раздутая отливка.

жидком камне излишний металл. Эта операция обычно связана с большими затратами времени и труда, поэтому раздутие — очень нежелательный вид брака.

Наконец, по вине формовочной земли, а именно ее неправильного состава, может случиться пригар земли к поверхности отливки. Пригар обыкновенно не является причиной для забраковки отливки. Пригоревшая корка получается настолько твердой и трудно отделимой от отливки, что для очистки и обрубки такого литья требуется большая работа при большом расходе зубил. Кроме того, попадая на механическую обработку, отливка с пригаром повышает расход резцов и затягивает продолжительность обработки, потому что очистить при обрубке, удалить всю пригоревшую корку, обыкновенно не удается, а резцы на этой твердой корке быстро садятся. Из этого видно, насколько вреден пригар и сколько неприятностей он вносит в производство.

4. Значение сушки форм и стержней

Стержни, поставленные в литейной форме, находятся при заливке в более тяжелых условиях, чем сама земляная форма.

Прежде всего стержень со всех сторон окружен жидким металлом, кроме тех мест (знаков), которыми он опирается на стенки формы. При заливке жидким металлом такой окруженный металлом стержень стремится всплыть в металле, как пробка в воде, потому что земля, из которой сделан стержень, легче металла (как пробка легче воды). Так как стержни укреплены в форме, то они не всплывают, но зато стремятся изогнуться и переломиться. Следовательно, крепость стержней должна быть больше чем крепость стенок формы.

Далее, газы, образующиеся в стенках самой земляной формы, могут легче выйти наружу через землю, чем газы, образующиеся в стержне, так как газы, которые получаются в стержне, должны выйти наружу только через знаки его, которые часто бывают очень узкими. Значит, стержень и стержневая земля должны иметь большую проницаемость, чем форма и формовочная земля. Вследствие того что стержни находятся в более тяжелых условиях при заливке и требуют большей проницаемости и крепости, они обыкновенно подвергаются сушке в сушилах и ставятся в формы уже в сухом виде.

Сушка увеличивает проницаемость и крепость. Испаряющаяся из земли при сушке ее влага освобождает часть пор

или промежутков между песчинками земли, и от этого земля становится более проницаемой, более способной пропускать газы. Глина (или другое связующее вещество), находящаяся в земле в виде оболочки на зернах песка, при сушке крепче связывает песчинки, поэтому крепость высушенной формы или стержня значительно больше чем до сушки. Такая форма, или стержень, получается твердой и крепкой, вроде кирпича.

В землю для сырых форм нельзя класть слишком много глины, потому что проницаемость получается в этом случае слишком малой. Другое дело — земля для сухих форм (и стержней). После сушки глина находится в земле не в разбухшем состоянии, как во влажной земле, а в сухом состоянии и занимает очень мало места, не стесняя проходов между зернами песка. Кроме того, в сухой форме газов образуется много меньше, потому что в ней почти нет влаги, и значит, из этой влаги не будет образовываться пар. Поэтому проходы между зернами в сухой форме могут быть менее широкими и их все же хватит для отвода всех газов; по этой же причине в землю для сухих форм и для стержней примешивают больше глины, чем в землю для сырых форм. От этого получается еще то преимущество, что такая более глинистая земля в сыром состоянии более пластична и легче поддается набивке при формовке.

В то время как стержни подвергаются сушке почти все без исключения, самые формы сушатся не всегда. Сушка, как и всякий лишний технологический процесс, удорожает литье, и для формы она применяется только там, где это действительно необходимо. Формы сушатся обыкновенно для ответственного и крупного, толстостенного литья, где необходимы повышенные качества формы и гарантия в части отсутствия газовых раковин в отливке. В большинстве же случаев заливка производится в сырые формы, но с сухими стержнями.

5. Добавки угля и органических примесей

Раньше мы говорили, что в формовочных и стержневых смесях, кроме основных частей — песка и влажной глины, — имеются еще специальные добавки. В землю для сырых форм для чугунного литья обыкновенно добавляется каменный уголь в порошке, а в землю для сухих форм и для стержней — конский навоз, опилки и другие органические (растительные и животные) вещества.

Кроме того, есть особая группа стержневых смесей, где

вместо глины употребляются специальные вещества, склеивающие зерна песка, например масло, мука, декстрин и т. п. Эту особую группу стержневых смесей мы будем рассматривать ниже.

Назначение добавки угля состоит в лучшем предохранении земли от пригара и спекания. Если формовочная земля очень жароупорна, то можно и без угля получить чистую отливку без пригара. Однако на практике очень трудно подобрать такую землю. Песок почти всегда более или менее загрязнен примесями, понижающими огнеупорность кварца. Глина в особенности богата такими вредными примесями, поэтому земля нуждается в дополнительной защите от пригара. Такой защитой является мелкотолченный или молотый каменный уголь, который добавляется в формовочную землю для сырых форм в количестве $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{20}$ части от ее объема.

Каменный уголь, если нагревать его в закрытом сосуде, выделяет газы (летучие вещества). Эти газы загораются в форме и дают коптящий дым, который покрывает зерна песка слоем сажи. Сажа представляет очень чистый и огнеупорный уголь, который и предохраняет песок от пригорания к металлу и отдельные песчинки — от сплавления между собой.

Были произведены опыты, которые дали возможность видеть, как жидкий металл при заливке поднимался в форме вверх. При этом было видно, что впереди металла, выше его, с поверхности формы, покрытой углем, начинал выделяться дым (фиг. 15). Поднимаясь вверх и попадая на более холодные части формы, дым оседал на них и выделял сажу — чистый уголь настолько огнеупорный, что на него не влияла жара. Оседая на зернах песка, слой сажи предохранял их от действия металла. На фиг. 16 показана поверхность песка, закопченная таким способом сажей.

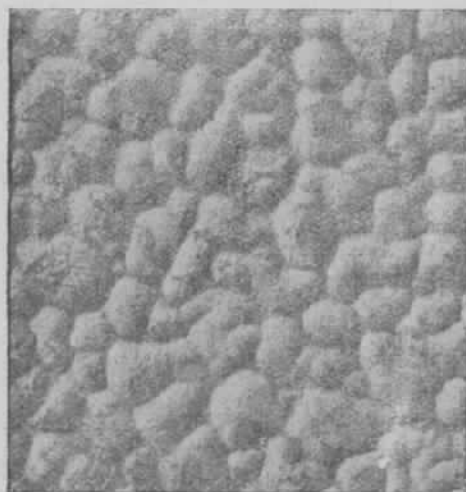
Короче говоря, каменный уголь от нагрева выделяет дым. Дым же «одевает» зерна песка скорлупой из чистого угля (углерода), очень огнеупорного. Если даже отдельные зерна песка почему-либо и сплавятся в том случае, например, если оболочка сажи на них оказалась недостаточной, все же сплавления больших количеств зерен вместе не может получиться, так как они будут отделены этой угольной скорлупой, и, значит, газопроницаемость земли не уменьшится. Поверхность отливки от прибавления в землю каменного угля делается лучше, получается гладкой, так как земля к ней не пригорает.

Чтобы уголь оказал свое действие, он должен быть очень

тонко размолот. Если добавить крупно размолотого угля в землю даже больше чем нужно, то действие его все равно получится недостаточным, потому что он будет неравномерно распределен в земле. Отдельные крупные частицы угля будут возгоняться и давать газы, но это будет лишь в тех местах, где эти крупные частицы имеются. При крупном помоле угля в форме будет очень много таких участков, где угля окажется недостаточно. Поэтому наравне с качеством угля следует особое внимание уделять тонкости его помола.



Фиг. 15. Покрытие формы
сажей от угля.



Фиг. 16. Закопченная сажей поверхность
земли в увеличенном виде.

Добавлять уголь в землю для сухих форм и для стержней не имеет никакого смысла. Во время сушки в сушиле из угля улетучится большая часть газов, и при заливке формы металлом такой обесцененный уголь не принесет уже пользы, потому что его действие и заключается именно в газах, которые он выделяет. Наоборот, добавка угля в землю для сухих форм и стержней будет только вредить, потому что после сгорания угля он оставит в земле золу. Зола лишь засорит землю, уменьшив ее проницаемость, и кроме того, в золе могут быть такие вещества, которые легко сплавляются с песком, уменьшая его огнеупорность. Поэтому в землю для сухих форм и для стержней уголь не добавляется.

Органические примеси, как конский навоз, торф, древесные опилки, шерсть, мякина и т. п., прибавляются в формовочные смеси для сухих форм и для стержней главным образом для улучшения пропиаемости после сушки. Во время сушки формы или стержня эти примеси частично выгорают, и на их местах в земле получают каналы или ходы, которые при заливке будут служить дополнительными проходами для газов. Кроме того, стержень с добавкой органических волокнистых примесей при сушке меньше коробится и трескается. В землю для сырых форм добавлять эти органические примеси, конечно, не имеет никакого смысла.

6. Дополнительная защита лицевой поверхности формы

Защита при помощи каменного угля, примешиваемого в форму, оказывается все же недостаточной для предохранения лицевой поверхности формы, соприкасающейся с металлом, от пригара. Каменный уголь очень хорошо защищает зерна песка от спекания друг с другом, разделяя их слоем сажи. Песчинки же, находящиеся на лицевой поверхности формы, надо как-то лучше защитить, потому что они соприкасаются непосредственно с горячим металлом.

Для защиты песчинок лицевой поверхности формы от пригара эту поверхность одевают дополнительной огнеупорной броней. Такой броней служит обыкновенно графит, представляющий особый сорт очень чистого угля, чрезвычайно огнеупорный. Из графита делают, например, тигли для плавки в них небольших порций металла. В графитовых тиглях можно расплавлять сталь — ее высокая температура (выше 1500°) переносится графитом хорошо.

Обыкновенно графит доставляется в литейный цех в молотом виде (в порошке). Чтобы одеть лицевую поверхность сырой формы, графит насыпают в мешочек из редкой материи и им встряхивают над открытой (еще не собранной) формой. Графитовая пыль проходит через редкую материю мешочка. Получается облако графитовой пыли, которая оседает на земляную форму. Благодаря тому что земля формы влажная, графитовые пылинки прилипают к поверхности земли, и таким образом получается защитный слой графитовой пыли на лицевой поверхности формы. Иногда после этого графит на форме еще приглаживают рукой или гладилкой.

Графит в виде порошка, служащий для защиты лицевой поверхности сырых форм, называется припылом, а описанный выше способ нанесения его на поверхность формы

носит название припыливания. В качестве припыла может применяться не только графит, но и некоторые другие материалы, которые мы рассмотрим ниже.

Если мы будем припыливать поверхность сухой формы, то графит к сухой земле не пристанет, а будет осыпаться на дно формы и необходимого защитного слоя мы не получим. Поэтому сухие формы и стержни не припыливаются, а красятся формовочными чернилами.

Формовочные чернила, или формовочная краска, представляют графит, размешанный в воде с добавлением некоторых веществ, лучше удерживающих графитные частички в виде мути и не дающих им оседать на дно. Такими добавками в краску служит глина, крахмал и др.

Формовочную краску наносят кистью на лицевую поверхность сухой формы или на стержень. После высыхания краски на форме остается защитный слой графита, который в виде краски прилипает к земле и хорошо на ней держится.

7. Классификация формовочных материалов

Формовочные материалы разделяются на смеси, которые употребляются непосредственно в цехе для изготовления из них форм и стержней, и на исходные материалы, из которых эти смеси составляются.

Формовочные и стержневые смеси делятся прежде всего по роду металла, которым заливаются формы. Так, имеются смеси для стального, чугунного и цветного литья. Здесь мы будем изучать в основном смеси для чугунного литья.

Далее смеси делятся на формовочные и стержневые. Первыми набивают литейные формы, а вторые служат для приготовления стержней. Чаще всего не вся литейная форма готовится из одной формовочной смеси. Дело в том, что в наиболее тяжелых условиях в форме находится тот слой земли, который непосредственно соприкасается с металлом отливки. Здесь требуются более высокие огнеупорность, крепость и пластичность, чем в более удаленных от металла слоях земли.

Слой в форме, непосредственно соприкасающийся с жидким металлом, или лицевой слой, очень часто делается из формовочной смеси лучшего качества, приготовленной очень тщательно. Такая смесь называется лицевой, облицовочной, или модельной землей. Опыт практики показывает, что слой облицовочной земли вполне

достаточно иметь толщиной 15—25 мм. Остальная часть формы делается из другой смеси, менее качественной и менее дорогой. Эту смесь называют наполнительной землей. Она занимает в форме приблизительно 85%, в то время как облицовочной земли идет в среднем около 15%.

Применение облицовочной и наполнительной земли дает экономию на стоимости земли и уменьшает себестоимость литья. Облицовочная земля очень дорогая. Ее готовят очень тщательно и из высококачественных материалов. В форму идет ее немного. Наполнительная земля, которой идет много, готовится менее тщательно и состоит из более дешевых материалов. Однако далеко не всегда разделяют формовочные смеси на облицовочную и наполнительную. Есть такие литейные, где вся форма целиком набивается из одной и той же формовочной смеси. Такая смесь называется общей формовочной землей.

Общая формовочная земля должна быть почти такого же высокого качества, как и облицовочная земля, потому что она соприкасается непосредственно с расплавленным металлом при заливке. Общая формовочная земля таким образом стоит дороже наполнительной.

В каких же случаях это удорожание земли окупается и когда применяют общую формовочную землю? Общая формовочная земля, без разделения на облицовочную и наполнительную, применяется в механизированных литейных массового литья при формовке на машинах.

Дело в том, что в случае применения облицовочной земли при формовке приходится обкладывать модель этой землей руками или насеивать на модель через ручное сито, на что уходит много времени. При машинной же формовке некогда тратить время на лишние операции. Если при формовке на машине обкладывать модель облицовочной землей, то машина в это время будет простаивать. Такой простой дорогих формовочных машин снижает их производительность и сводит на-нет экономию, которая получается благодаря дешевой наполнительной земле. Применяя же общую формовочную землю, хотя и более дорогую, чем наполнительная, мы затрачиваем очень мало времени на наполнение опоки землей, потому что она при машинной формовке подается автоматически в особые ящики над машинами — бункеры, из которых через их дверцы земля сама сыпается в опоки. Таким образом мы здесь выигрываем в повышении производительности и уменьшаем себестоимость литья.

Формовочные смеси, следовательно, делятся на облицо-

вочные, наполнительные и общие земли, причем для сырых и сухих форм делаются свои особые смеси.

Стержневые смеси можно разделить по характеру их состава на две группы: 1) земли на глине и 2) земли на специальных связующих веществах.

В стержневой земле на глине связь между зернами песка осуществляется с помощью глины, которая имеется в земле в виде оболочек на каждой песчинке. Такие стержневые смеси очень сходны с формовочными смесями для сухих форм. Часто в некоторых литейных для стержней и для сухих форм употребляется одна и та же смесь.

Стержневая земля на специальных связующих веществах может совсем не содержать глины. Если она и содержит немного глины, то своей крепостью стержни, сделанные из этой земли, обязаны все-таки не глине, а специальным веществам, которые примешиваются в такую землю и склеивают зерна песка. Такими связующими веществами служат льняное масло, олифа, патока, декстрин, мука и др. Обыкновенно эти вещества крепко склеивают зерна песка только после сушки стержня. В сыром же состоянии такая смесь имеет очень небольшую крепость. В этих случаях небольшая добавка глины увеличивает крепость смеси в сыром состоянии и не дает стержням разваливаться до сушки.

Стержневые смеси на специальных связующих веществах много дороже, чем смеси на глине. Поэтому из таких специальных смесей делают только особо ответственные и небольшие стержни, качество которых получается гораздо лучше, чем стержней, сделанных из смеси на глине.

Итак, мы можем разделить все формовочные смеси на группы по следующим признакам:

По роду металла на смеси для:

1) чугунного литья, 2) стального литья и 3) цветного литья.

По своему назначению на:

1) формовочные и 2) стержневые.

По роду форм на смеси для:

1) сухих форм и 2) сырых форм.

По применению их в форме на:

1) облицовочные земли, 2) наполнительные и 3) общие (без деления на облицовочную и наполнительную).

Стержневые смеси делятся на:

1) смеси на глине и 2) смеси на специальных связующих веществах, или крепителях.

Кроме перечисленных смесей при формовке крупного литья часто употребляются еще очень жирные смеси, со-

держащие большое количество глины. Такие смеси, которые мы будем называть формовочными глинами, применяются обыкновенно для обмазки или облицовки изнутри форм для очень тяжелого литья, причем самые формы для большей крепости выкладываются из кирпичей. Так формируются, например, рамы и цилиндры больших двигателей и подобных им по крупности деталей. Наконец, к жидким формовочным смесям надо отнести формовочные краски, или чернила, о назначении которых мы уже говорили.

Смеси для форм и стержней редко изготавливаются из одних свежих материалов. Обыкновенно в смеси (правда, не во все) добавляют часть горелой земли, т. е. земли, бывшей уже в употреблении и выбитой из форм после охлаждения отливок. Добавка горелой или черной земли удешевляет смесь; кроме того, мы избавляемся от необходимости вывозить из литейной всю горелую землю, — приходится вывозить лишь ту часть горелой земли, которая оказывается лишней.

Свежие формовочные материалы, употребляющиеся в смеси в качестве составных частей, делятся на пески, земли и глины. Это разделение чисто условное, и производится по содержанию в материале глинистого вещества. В табл. 2 приведена наша практическая классификация свежих формовочных материалов по содержанию глины, а рядом для сравнения — классификация, принятая Американским обществом литейщиков.

Таким образом формовочная смесь может иметь следующие составные части: 1) свежие формовочные материалы — песок, земля или глина; 2) горелая земля; 3) добавки — уголь или другие органические примеси; 4) вода для увлажнения; 5) специальные связующие вещества (стержневые смеси).

Конечно, необязательно составлять всякую смесь из всех перечисленных материалов — часть их может и не употребляться для данной смеси.

В механизированных литейных часто применяют такую формовочную смесь, в которую совсем не входят свежие природные земли, содержащие песок и глину. Такая смесь составляется из горелой земли, в которую примешивается немного свежего чистого песка (без глины), уголь в порошке и немного чистой огнеупорной глины для связи. Такая смесь называется синтетической (искусственно составленной) формовочной землей. Ее преимущество заключается в том, что она имеет лучшую проницаемость,

Таблица 2

Наша практическая классификация		Стандартная американская классификация	
Наименование и № класса песка	Содержание глины, %	Содержание глины, %	Класс песка
Чистый кварцевый песок . .	0,0— 2,0	0,0—0,5	A
		0,5—2,0	B
Тощая земля	2,0—10,0	2,0—5,0	C
		5,0—10,0	D
Полужирная земля	10,0—25,0	10,0—15,0	E
		15,0—20,0	F
Жирная земля	25,0—40,0	20,0—30,0	G
		30,0—45,0	H
Глина	40,0 и выше	45,0—60,0	I
		60,0—100,0	J

чем смесь, составленная с природной глинисто-песчаной свежей землей, потому что в синтетической смеси легче получить песчинки одинаковых размеров, так как свежий песок можно предварительно отсортировать.

8. Стоимость формовочных материалов и организация добычи сырья

Литейное, как и всякое другое производство, должно себя окупать, т. е. быть рентабельным. Другими словами, выпуск продукции должен быть по стоимости не менее тех затрат, которые пошли в производстве на материалы, рабочую силу и стоимость содержания зданий и оборудования.

Формовочная смесь, готовая к употреблению, стоит денег, поскольку на нее затрачивается труд и работа оборудования и транспортных средств. Для большей рентабельности производства нужно, чтобы формовочная смесь была по возможности дешевой и, с другой стороны, надлежащего качества, потому что некачественная, хотя и очень дешевая смесь, может не только не повысить рентабельности производства, но и понизить ее, вызвав массовый брак литья. Поэтому иногда выгоднее несколько проиграть на стоимости формовочных материалов, но получить при этом более высокое их качество и выиграть на уменьшении брака. Стоимость формовочной или стержневой смеси скла-

дывается из стоимости сырья и стоимости приготовления смеси.

Наилучшее качество смесей получается при механизированном способе приготовления с помощью различных сложных машин и целых агрегатов (установок). Смесь, равно как и необходимые для нее составные части, при этом обыкновенно механизированным способом транспортируются (передаются) по литейному цеху к местам своего назначения.

По стоимости приготовления механизированный способ при большом выпуске однородного литья (например тракторного) будет и более дешевым по сравнению с ручной переработкой. Но в небольших литейных, где земли требуется немного, установка сложных дорогостоящих машин для ее переработки и транспорта оказывается нерентабельной. Поэтому выгодность механизации приготовления и транспорта земли в литейном цехе, или, как говорят, рентабельная степень механизации, зависит от масштаба производства и от характера литья. Стоимость приготовления смеси также будет разной в зависимости от принятого способа приготовления, задолженного на этой работе оборудования и количества обслуживающих рабочих.

Свежие формовочные материалы (пески, земли и глины) добываются на местах залегания больших количеств этих материалов подходящего качества. Месторождения формовочного сырья не всегда находятся близ литейных цехов и заводов, поэтому формовочные материалы приходится перевозить на заводы на более или менее значительные расстояния. За границей раньше формовочные свежие земли иногда возили из одной страны в другую. Однако формовочные материалы экономически не выдерживают перевозки на далекие расстояния. Стоимость формовочного сырья складывается из стоимости добычи на карьере (на месте разработки сырья) и стоимости перевозки. Чем дальше приходится везти формовочное сырье, тем оно обходится дороже. Обыкновенно свежие формовочные материалы редко возят на расстояния выше 100 км от места их добычи. Тем не менее как за границей, так и в СССР известны такие очень ценные сырые формовочные материалы, которые вследствие их высокого качества возят и на очень далекие расстояния, в места, где таких материалов поблизости нет или где их до сих пор не сумели найти. Так, очень чистые кварцевые пески Люберецкого месторождения (под Москвой) иногда возят, например, в Воронеж; высококаче-

ственные огнеупорные часов-ярские и латнинские (Украина) глины привозят на некоторые московские заводы. Такие дальние перевозки для обычных формовочных материалов, особо не выдающихся своим качеством, надо считать исключенными.

Изыскание месторождений формовочных материалов и организация их правильной разработки в Союзе началась сравнительно недавно. При развитии этого дела, несомненно, удастся найти почти во всех промышленных районах, имеющих крупные литейные производства, свои, местные, месторождения качественного сырья, и необходимость в дальних перебросках его постепенно будет отпадать.

Стоимость свежих формовочных материалов, доставленных на завод, колеблется в широких пределах. По данным одного из московских заводов 1 т доставленных на завод материалов имеет следующие цены:

Люберецкий кварцевый песок	9 р. 42 к.
Хорошевский речной "	14 " 90 "
Латнинская огнеупорная глина	17 " 61 "
Молотая огнеупорная "	35 " 04 "

По данным треста Союзформолитье отпускные цены формовочных материалов, добываемых на карьерах треста, установлены за 1 т погруженных в вагоны материалов (франко вагон) в следующем размере:

Люберецкий кварцевый песок	7 р. 60 к.
Гусаровский "	7 " 60 "
Муховицкий речной "	7 " 60 "
Канатчиковская полужирная земля	9 " 95 "
Тамбовская "	9 " 95 "
Канатчиковская жирная "	11 " 20 "
Красная глина (Черемушки)	11—12 руб.
Бентонит Гжебел-Огланлы (район Ашхабада, Турк- мения), цена за 1 т с доставкой в Московскую область около	180 руб.

Кроме стоимости материалов, следует еще всегда иметь в виду, насколько данный материал является дефицитным. Дефицитные материалы — это те, которых добывается немного, потребность же в которых большая. Дефицитные материалы нужно расходовать лишь в крайних случаях, когда они действительно необходимы. Иногда вместо дефицитных материалов удастся употреблять суррогаты, т. е. заменители их, которые может быть и не такого высокого качества, но зато их много и они недефицитны.

Из формовочных материалов остродефицитными являются, например, такие, как особая очень клейкая глина —

бентонит, о которой упоминалось выше, а также употребляющееся в стержневые смеси льняное масло, которое в литейной промышленности является дефицитным потому, что в нем имеется большая потребность в других отраслях народного хозяйства, и т. д. Поэтому льняное масло в литейной промышленности очень часто заменяется суррогатом — сульфитным щелоком, не являющимся на сегодняшний день дефицитным материалом.

Стоимость добычи свежих материалов на карьере зависит от масштаба добычи, организации этой добычи и степени предварительной переработки и сортировки сырья. В СССР организован и специальный трест по добыче, переработке и снабжению литейных цехов свежими формовочными материалами — трест Союзформолитье. В задачу этого треста входит изыскание месторождений формовочных материалов по всему Советскому союзу, добыча их, переработка и снабжение ими нашей литейной промышленности.

Раньше, до организации этого треста, добыча формовочных материалов на карьерах была заботой самих заводов и большей частью была сосредоточена в руках мелких кустарей, добывавших земли примитивными способами, по старинке. В настоящее время добыча производится более культурными способами, хотя надо сказать, что состояние этого дела даже при наличии треста Союзформолитье еще далеко не на высоте, как в количественном отношении (трестом охвачено снабжение далеко не всех наших заводов), так в особенности в смысле качества и однородности доставляемого на заводы сырья.

Лучше всего добыча формовочного сырья поставлена в США. Там горные, речные и озерные пески и формовочные земли добываются на карьерах механизированным путем, при помощи машин. На крупных месторождениях устроены специальные обогатительные фабрики, где добытые материалы сортируются с помощью промывки и просеивания. При доставке формовочного сырья на завод присылается паспорт его, в котором указаны состав материала (песок или земля), содержание глины, основные свойства и показатели, а также размеры песчаных зерен, причем эти паспортные условия выдерживаются, т. е. свойства песка действительно должны соответствовать тому, что написано в паспорте.

При такой постановке дела формовочные сырые материалы представляют товар, имеющий не случайные, а строго определенные качества, к тому же вся доставленная на завод партия является однородной. Литейщик может вы-

брать себе материалы именно тех качеств, какие ему наиболее подходят, и быть уверенным в том, что эти качества действительно будут выдержаны.

Вопросы для повторения

1. Как получается фасонное литье? Что такое форма и стержень и из чего они делаются?
2. Какими основными свойствами должна обладать формовочная смесь и почему эти свойства нужны?
3. Из каких основных частей состоит формовочная смесь? Объяснить назначение песка и глины в смеси.
4. Как образовались в природе песок и глина?
5. Какая разница между пластичностью и крепостью?
6. От чего зависит пластичность и крепость земли? Объяснить действие разных факторов на эти свойства.
7. Какие факторы влияют на проницаемость и каково их влияние?
8. От чего зависит огнеупорность земли?
9. Как изменяются отдельные части земли при заливке и что такое долговечность земли?
10. Как зависят проницаемость и крепость от степени увлажнения земли и какая связь между проницаемостью и крепостью?
11. Перечислить виды литейного брака по вине формовочной земли. Объяснить их образование.
12. Для чего сушатся стержни и некоторые литейные формы? Как изменяется качество их от сушки?
13. В каких случаях применяются сухие формы и почему?
14. Для чего в землю добавляется уголь; в какую землю он добавляется?
15. Для чего и в каких случаях в землю добавляются органические примеси?
16. Что такое припыл и формовочная краска? Для чего они служат и как действуют?
17. Что такое облицовочная, наполнительная и общая земля? В каких случаях они применяются?
18. Что такое синтетическая земля и какие ее отличительные свойства?
19. Какая разница между тощей, жирной и полужирной землей?
20. Что такое рентабельность производства и что такое дефицитный материал?
21. Как организована добыча свежих формовочных материалов в СССР?

ГЛАВА II

Испытание формовочных материалов и смесей

1. Отбор средней пробы

Испытание формовочных материалов и смесей производится в лаборатории на небольших количествах этих материалов. Такие образцы или небольшие количества материалов, отобранные для испытания, называются **пробами**.

Чтобы по пробе правильно судить о качестве большого количества земли, от которой она отобрана, эта проба должна иметь во всех отношениях такое же качество, какое имеет и та масса или партия земли, от которой эта проба отобрана. Такая проба называется **средней пробой**.

Правильно отобрать среднюю пробу от большого количества земли или другого формовочного материала не так

просто. При отборе средней пробы от прибывающей на завод большой партии земли удобнее всего эту пробу брать при разгрузке земли из вагонов или грузовиков. Отбирая из разных мест или через определенные промежутки времени при разгрузке понемногу земли, набирают среднюю пробу, вес которой должен быть тем больше, чем больше размер кусков материала и чем больше прибывающая партия. Для больших партий земли вес отобранной средней пробы может достигать 400 кг.

Затем эту пробу уменьшают, разделив ее на части и уменьшая каждый раз вдвое таким образом, чтобы сохранить



Фиг. 17. Делитель проб.

все то же ее среднее качество. Для этого существует специальный прием (квартование), который мы здесь описывать не будем.

В результате получается проба земли весом 5—6 кг. Если ее теперь нужно делить еще дальше, то применяют делитель проб, показанный на фиг. 17. Он представляет жестяной ящик, в который насыпается проба земли. В дне этого ящика сделаны желобки, через которые земля из него высыпается. Эти желобки сделаны в виде нешироких щелей, причем если одна щель смотрит в нашу сторону, то щель рядом с ней смотрит в обратную сторону, т. е. песок будет высыпаться из ящика в противоположные стороны

в подставляемые два пустых ящика. Так как щели в каждой стороне ящика сделаны через одну, то песок разделится на две равные части одинакового состава и качества.

При отборе пробы земли (или смеси) в производстве, например, у формовочной машины, отборщик проб или лаборант должен набирать землю в закрывающуюся пробкой или плотной крышкой банку обязательно из разных мест кучи или ящика. Если проба берется с ленты, то надо набирать пробу не сразу, а в несколько приемов, чтобы взять ее из разных мест и получить действительно среднюю пробу. После перемешивания отобранную таким образом в производстве пробу можно при надобности делить пополам при помощи описанного делителя проб.

2. Определение влажности

Чтобы узнать, сколько содержится в земле воды, т. е. определить влажность земли, поступают следующим образом. Взвешивают на весах 100 г земли. Затем эту землю в соответствующей посуде ставят в сушильный шкаф-печку, которая обогревается электричеством и в которой поддерживается все время одинаковая температура. Для сушки земли при определении ее влажности температура должна быть не ниже 105 и не выше 110°.

После высушивания пробы в течение 1 часа ее вынимают и дают ей охладиться на воздухе. Затем пробу снова взвешивают. Она будет весить уже не 100 г, а меньше, потому что вода, которая в ней была, во время сушки улетучилась. Пусть проба весит теперь только 95 г, значит воды было 5 г, потому что до сушки проба весила 100 г. 5 г воды на 100 г земли составляют 5%, значит влажность земли 5%.

Такой способ определения влажности с помощью сушильного шкафа, хотя и дает наиболее точные показания, но в производственных условиях мало пригоден, потому что требует большого количества времени. На одну сушку идет целый час, если же прибавить сюда время на взвешивание пробы (два раза) и на охлаждение ее, то на одно определение требуется не менее 1½ часов. В производстве ждать 1½ часа не всегда представляется возможным, а в массовом конвейерном производстве и совсем нельзя. Там за 1½ часа земля, от которой была отобрана проба, уже будет заформована, формы будут залиты и литье выбито. Поэтому для определения влажности при контроле смесей в производстве, в особенности при конвейерном мас-

совом производстве, употребляется не сушильный шкаф, а другая печь, которая сушит пробу земли не 1 час, а всего 4—5 минут. Этот прибор называется печью Грабба.

На фиг. 18 показана схема печи Грабба. Эта печь представляет четыре вертикальные железные трубки, каждая из которых внутри устроена одинаково. Через трубки *В* продувается сверху вниз сжатый воздух, который подводится в месте *Д* и может быть пущен в каждую трубку путем открытия вентилей *Е*. Воздух, продуваемый через трубку, в верхней части трубок нагревается электрической обмоткой (спиралью) и дальше продувается через пробы земли, лежащие в чашечках *А* с сетчатым дном под трубками.

Проба здесь навешивается в 35—50 г, чтобы ее скорее высушить. Главное, почему здесь проба быстро сохнет, — это продувание через нее горячего воздуха. Воздух здесь нагревается до 200°. После сушки проба вторично взвешивается, и определяется вес испарившейся воды и влажность земли.

Имея не одну, а четыре трубки, под которые можно ставить сразу четыре пробы, с печью Грабба можно работать очень быстро, так что производительность ее можно довести до 40—60 испытаний в час.

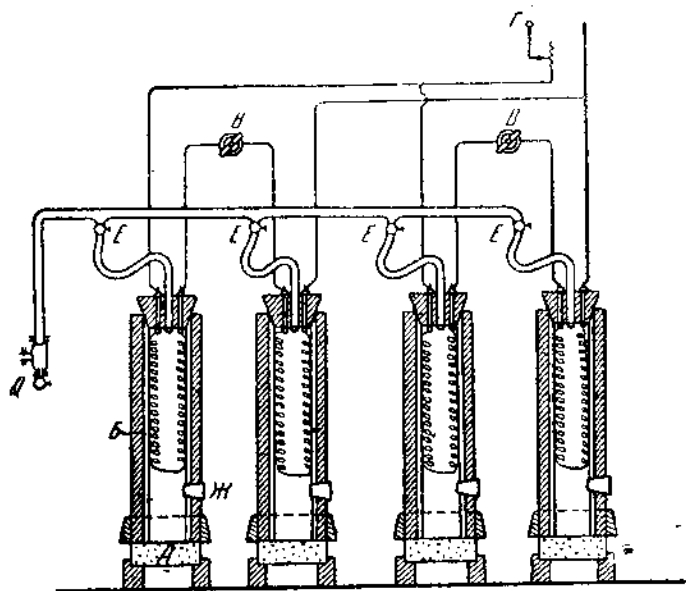
На фиг. 19 показан общий вид печи Грабба. Здесь *М* — трубки для нагрева продуваемого воздуха, *К* — подвод воздуха, *А* — чашечки с пробами земли, поставленные под трубки *М* на подставках *С*. Взвешивание земли до и после сушки производится на весах *Н* в тех же чашечках *А*.

В Союзе прибор Грабба изготовляет трест Союзформолитье.

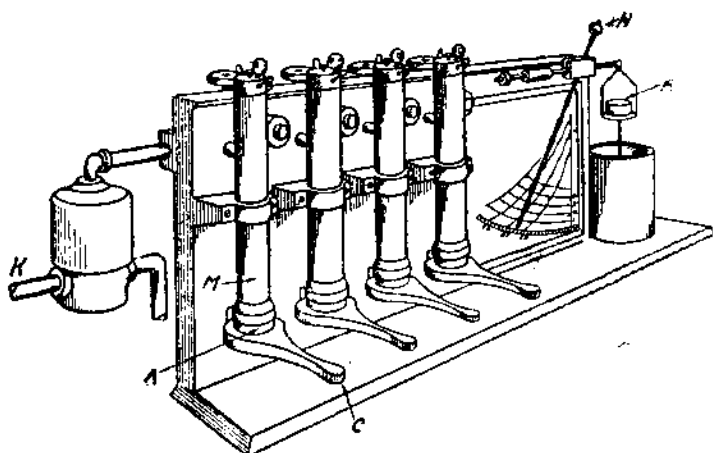
Укажем еще на один способ быстрого определения влажности земли, который используется для определений в цехе, на месте работы. Это — определение влажности с помощью американского прибора «трости» системы Мак Ильвейна.

На фиг. 20 показан этот прибор в действии. Он сделан в виде трости или палки с рукояткой. Для определения влажности земли, находящейся в куче или в ящике, берут прибор за рукоятку и втыкают его концом в землю. Затем смотрят на циферблат, вделанный в рукоятку. Стрелка на циферблате показывает влажность земли в процентах.

Этот прибор, очень удобный в обращении, дает показания влажности менее точные по сравнению с определением влажности в сушильном шкафу или в печи Грабба. Прибор этот электрический. Устройство его основано на том, что влажная земля лучше проводит электрический ток, чем более сухая. На конце этого прибора имеются контакты,



Фиг. 18. Схема печи Граббе.



Фиг. 19. Печь Граббе.

между которыми через формовочную землю пропускается ток от батарейки, находящейся внутри трости.

Описанный прибор надо время от времени проверять в лаборатории, потому что батарейка со временем разряжается. Кроме того, для каждого сорта земли (например для облицовочной, стержневой и т. д.) надо к показаниям



Фиг. 20. Прибор Мак Ильвейна.

прибора вводить поправки. Таблицы поправок составляются предварительно в лаборатории.

Прибор Мак Ильвейна следует везде рекомендовать для цеха, а именно непосредственно для земледельцев для грубой прикидки или проверки влажности земли. Более точный контроль влажности можно вести в лаборатории в печи Граба или в сушильном шкафу.

Раньше мы установили, насколько сильно влияет степень увлажнения земли на ее основные показатели — проницаемость и крепость — насколько важно иметь смесь надлежащей влажности. Поэтому вполне понятно, что внедрение таких приборов, как при-

бор Мак Ильвейна, не требующих для обращения с ними особых знаний и навыков, для контроля земли непосредственно в земледельке или у формовочных машин должно дать большой эффект в смысле приготовления земли требуемого качества и снижения брака.

3. Определение проницаемости

Для определения проницаемости формовочной земли или смеси ее набивают в железную или медную трубку таким образом, чтобы в трубке получился столбик набитой земли. После этого через этот столбик земли продувают воздух.

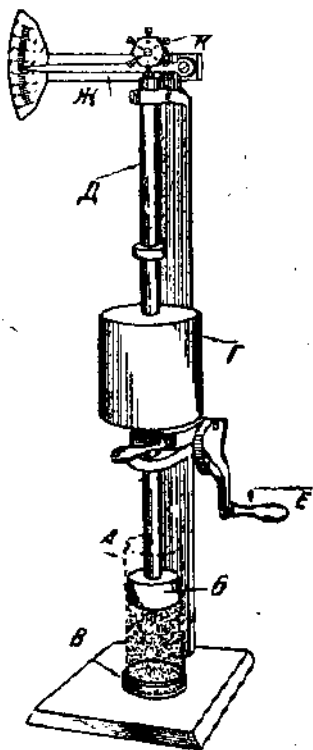
Чем легче и скорее воздух проходит сквозь землю, тем больше проницаемость земли.

Трубка имеет внутренний диаметр около 50 мм (точно 2 дюйма или 50,8 мм). Трубка с обоих концов открытая. Столбик земли после набивки должен иметь в высоту тоже 50 мм.

Набивка столбика земли в трубке должна быть при всех испытаниях на проницаемость одна и та же, иначе результаты испытания нельзя будет сравнивать между собой, так как чем плотнее набита земля, тем ее проницаемость меньше. Чтобы плотность набивки столбика земли в трубке получалась всегда одинаковой, ее производят не вручную, а с помощью особой трамбовки, которая показана на фиг. 21.

Трубка, в которой набивается земля, показана здесь пунктиром и обозначена буквой А. В эту трубку сначала навешивают 160—180 г земли на весах. Чтобы трубку можно было перенести с весов на трамбовку и не просыпать землю, в нижний конец ее вставляется доньшко В. Трубка с песком ставится на плиту трамбовки, как показано на фигуре. Набивается земля бойком Б. Чтобы набить столбик земли в трубке, надо ручку Е повернуть три раза. При поворачивании ручки Е груз Г поднимается вверх, скользя по прутку Д, потому что на ручке Е имеется эксцентрик в виде улитки, который поднимает этот груз. При конце каждого поворота ручки груз срывается с этой улитки и падает вниз, давая удар, который передается бойку Б и уплотняет землю. Значит, земля уплотняется в трубке тремя ударами груза Г. Подъем груза при каждом ударе один и тот же поэтому и земля за три удара набивается одинаково при каждом испытании.

Показанная на рисунке трамбовка наверху имеет еще одно приспособление для того, чтобы определить влаж-



Фиг. 21. Трамбовка.

ность земли без особого испытания, а попутно, при набивке земли в трубке. Это приспособление основано на том, что чем влажнее земля, тем она более пластична и тем быстрее набивается и больше садится в трубке при набивке.

Приспособление состоит из стрелки Ж, к которой приделана шестигранная шайбочка К с шурупами. Нижний шуруп опирается как раз на конец штанги или прутка Д, внизу которого приделан боек Б, набивающий землю в трубке. Чем ниже садится земля в трубке, тем ниже будет конец прутка Д после набивки земли. Стрелка Ж, опирающаяся винтиком на конец прутка Д, показывает своим концом на шкале влажность земли, которая соответствует такому опусканию конца прутка Д после набивки. Если земля имеет очень немного влаги, то она при набивке садится мало, конец прутка находится высоко, и стрелка показывает другой процент влажности.

Разные сорта земли при одинаковой влажности по-разному садятся при набивке, потому что, как мы уже знаем, пластичность и уплотняемость земли зависит не только от влажности, но еще и от состава земли, ее зернистости и т. д. Шестигранная шайбочка К, приделанная к стрелке прибора, служит для того, чтобы можно было правильно определять влажность разных земель. Шайбочку К можно поворачивать, и тогда она будет опираться на конец прутка Д разными винтиками (они перенумерованы), которые регулируются так, чтобы они могли служить для разных земель, употребляющихся в нашей литейной. Например если определяем влажность облицовочной земли, то надо шайбочку повернуть вниз винтиком № 1, для стержневой — винтиком № 2 и т. д.

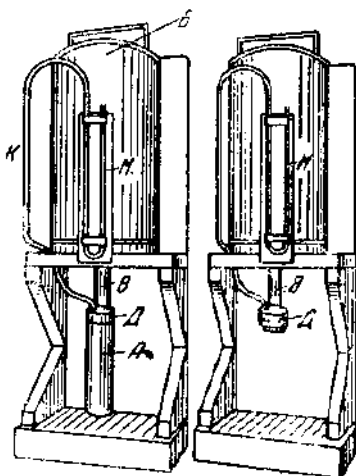
Описанное приспособление для определения влажности на трамбовке очень удобно, потому что определение с помощью него влажности земли почти не требует времени, но точность определения при этом получается меньше, чем с помощью печи Грабба или сушильного шкафа. Этим приспособлением снабжены, впрочем, не все трамбовки, имеющиеся в лабораториях наших заводов.

После набивки столбика земли в трубке на трамбовке трубку вместе с землей снимают с трамбовки. Донышко В остается при этом на плите трамбовки, земля же держится в открытой с обоих концов трубке сама, так как она теперь хорошо набита.

Высота столбика земли в трубке после набивки должна составлять 2 дюйма (50,8 мм) с допустимыми отклонениями

в ту или другую сторону в $\frac{1}{16}$ дюйма (1,59 мм). При правильной высоте столбика земли в трубке конец штанги *Д* не выходит из предела, обозначенного против него тремя рисками на стойке трамбовки (средняя риска соответствует наилучшей высоте образца в 50,8 мм, а верхняя и нижняя — допустимым предельным высотам). Если конец штанги вышел за пределы трех рисок (высота образца земли в трубке неправильная), то этот образец выбрасывают и делают новый, уменьшая или увеличивая вес земли в трубке, и снова набивают ее описанным выше способом.

Испытание проницаемости набитой в трубке земли продувкой воздуха производится на приборе, показанном на фиг. 22. Здесь показаны два рядом стоящих одинаковых прибора. На левом приборе видна надетая на резиновую пробку *Д* трубка *А* с набитым в ней столбиком земли. На правом приборе трубка с землей еще не надета, и мы видим всю резиновую пробку *Д*, на которую надевается трубка.



Фиг. 22. Приборы для испытания проницаемости земли.

Самый прибор устроен вроде спирометра. Всякий физкультурник знает, что такое, спирометр. Это — жестяной колпак, поставленный в воду (в банке) и плавающий на ней вверх дном. Служит он для определения емкости легких. Сделав глубокий вдох и взяв в рот резиновую трубку с мундштуком на конце, вдвуют через эту трубку из легких воздух, выдыхая его. Воздух по трубке идет под колпак, отчего колпак поднимается из водяного затвора. Чем больше у человека емкость легких, тем выше он может поднять колпак спирометра.

Прибор для определения проницаемости устроен наподобие спирометра. Здесь тоже имеется колпак в банке *Б* (фиг. 22), только во время испытания он не поднимается, а погружается в воду, налитую в банке, под действием своего веса и груза, прикрепленного к нему. При погружении плавающего колпака в воду воздух, который под ним находится, идет по трубке *В* через резиновую пробку в трубку с набитой в ней землей и дальше через столбик

земли наружу, выходя из нижнего открытого конца трубки А. Таким образом воздух из-под колпака вытесняется и прогоняется через землю.

Чем скорее проходит воздух из-под колпака через столбик земли, тем лучше проницаемость земли. Поэтому при испытании замечают по часам, а еще лучше по секундомеру, время, в течение которого опускается колпак, и значит, находившийся под ним воздух (2 л) пройдет через столбик земли. Чем труднее воздух проходит через столбик земли в трубке А, тем больше перед столбиком в верхней части трубки давление воздуха. Поэтому при испытании на проницаемость замечают еще это давление.

Измеряют давление воздуха с помощью изогнутой в виде двух колен стеклянной трубки М. Эта трубка соединена по трубке К с верхней частью трубки А с землей. Трубка К медная; она пропущена через резиновую пробку Д. В трубке М налита до половины ее вода. Если под резиновой пробкой Д давления воздуха нет, то вода в обоих коленах стеклянной трубки М стоит на одном уровне. Чем хуже проницаемость земли, тем больше давление воздуха под резиновой пробкой Д (перед столбиком земли), тем выше вода поднимается в правом колене стеклянной трубки М и тем ниже опускается в левом ее колене.

По разнице высот столбов воды в коленах стеклянной трубки М и времени опускания колпака можно по таблице определить или подсчетом вычислить проницаемость земли. Для примера можно сказать, что для чугунного литья проницаемость облицовочной земли, равная 10, считается слишком малой, а проницаемость 30—50 будет хорошей, для стального литья проницаемость должна быть больше, например 80 или 100. Проницаемость измеряется скоростью прохождения воздуха через столбик земли в см в минуту. Приборы для определения проницаемости и трамбовки к ним изготовляет трест Союзформолитье.

4. Испытание на крепость

Испытания земли на крепость (связность) производятся разнообразными способами и на разных приборах. Мы опишем здесь наиболее употребительные и наиболее важные из них.

Испытание на сжатие является наиболее распространенным на практике. На сжатие испытываются формовочные и стержневые смеси. Для испытания на сжатие используется тот же столбик земли, набитый в трубку, который испы-

тывался на проницаемость. Для этого после испытания на проницаемость столбик земли выталкивается из трубки с помощью круглого деревянного цилиндрика — толкателя. Дальше этот образец земли в виде столбика можно взять и поставить на прибор для испытания его на сжатие.

При испытании на сжатие столбик земли, имеющий 50 мм в диаметре и 50 мм высоты, сжимается по своей длине до разрушения. Чем больше надо затратить силы для разрушения столбика земли, тем больше крепость земли.

Приборы для испытания земель на сжатие применяются разные. Мы опишем здесь наиболее распространенный у нас прибор системы Адамса, изготавливаемый трестом Союзформолитье.

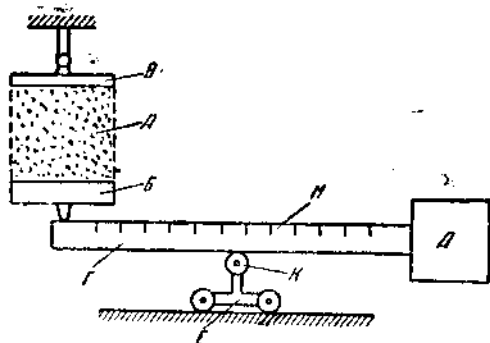
Схема прибора Адамса показана на фиг. 23. Образец земли в виде столбика *А* ставится на подставку *Б* и сверху к нему вплотную подводится упор *В*. Подставка *Б* опирается на конец длинного рычага (рейки) *Г*. Этот рычаг на другом конце имеет прикрепленный к нему груз *Д*. Рычаг *Г* опирается на ролик *К* подвижной каретки *Е*, которую можно передвигать по рельсам.

После того как на подставку *Б* поставлен столбик земли *А* и к нему подведен верхний упор *В*, каретку *Е* передвигают постепенно справа налево. От этого груз *Д* начинает перевешивать рычаг, наклоняя его правый конец вниз. Левый же конец рычага будет нажимать на подставку *Б* снизу вверх, и при некотором нажиме столбик земли не выдерживает нажима и разрушается. Тогда каретку перестают двигать влево и замечают по делениям *М*, нанесенным на рейке, где она остановилась. Чем левее была каретка в момент разрушения столбика земли, тем больше был нажим рычага на образец при его разрушении, тем, значит, больше была крепость земли. Деления на рычаге (рейке) указывают крепость земли. Крепость эту выражают силой, с которой нажимала подставка *Б* на 1 см² торца столбика земли. Крепость на сжатие выражается в СССР в кг/см² давления на образец земли, а в США в англ. фунт. на 1 кв. дюйм. Так например, говорят, что крепость земли равна 0,5 кг/см². Это значит, что для разрушения такого столбика земли на 1 см² его торца надо было дать нажим в 0,5 кг. Чтобы разрушить столбик, имеющий 50 мм в диаметре (около 20 см²), надо дать на него нажим с силой, равной $0,5 \cdot 20 = 10$ кг.

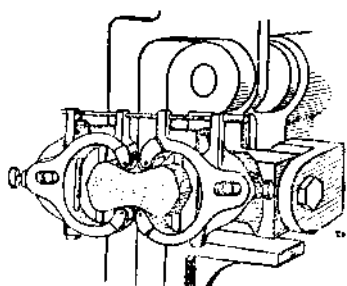
Если мы имеем дело с землей для сухих форм или со стержневой землей на глине, то интересно знать, какую крепость эти земли будут иметь в сухом виде. Для этого

приготавливают на трамбовке такой же столбик земли, затем его подвергают сушке и испытывают таким же способом на приборе Адамса. Конечно, крепость земли в сухом состоянии будет гораздо больше, чем до сушки, и при разрушении образца каретка Е остановится теперь много левее.

Стержневые смеси на специальных связующих веществах, например на льняном масле, в сухом виде имеют очень большую крепость на сжатие. Крепость эта получается настолько большой, что часто длина рычага прибора Адамса для них недостаточна. Кроме того, испытание на сжатие для этих смесей является мало чувствительным — оно не



Фиг. 23. Схема прибора Адамса.



Фиг. 24. Испытание сухого образца на разрыв.

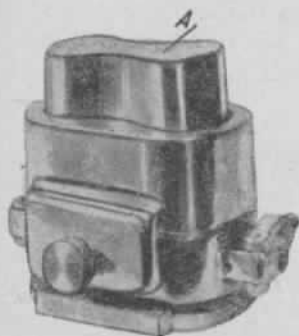
так отражает изменение их качества, как для сырых земель, поэтому сухие стержневые смеси испытываются чаще всего не на сжатие, а на разрыв.

Для испытания на разрыв из земли приготавливают образец-восьмерку, который после сушки и разрывается на специальных приборах. На фиг. 24 показан такой образец земли, установленный в захватах прибора для испытания на разрыв. Чем больше потребуется силы для того, чтобы разорвать такой образец, тем больше крепость на разрыв испытуемой земли или смеси. Надо сказать, что крепость в сухом виде как на сжатие, так и на разрыв зависит не только от качества земли, но и от режима сушки, т. е. от продолжительности и температуры сушки.

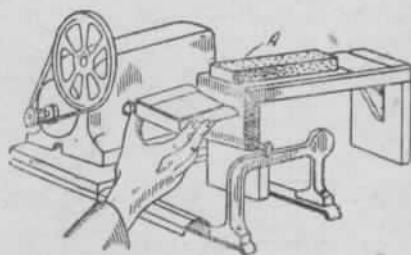
Мы не будем здесь описывать приборов для испытания на разрыв сухих восьмерок. Отметим только, что размеры этих восьмерок должны быть строго определенными. Восьмерки набиваются в специальном разъемном металлическом

стержневом ящике (фиг. 25), который после сборки и насыпания в него исследуемой земли устанавливается под бойком трамбовки, описанной нами ранее (фиг. 21). Боек трамбовки при набивке восьмерки ударяет по металлическому вставышу А (фиг. 25), который входит в ящик и набивает насыпанную в нем землю. После набивки тремя ударами груза трамбовки ящик с восьмеркой разбирается, и она на металлической подкладке ставится в печь или в сушильный шкаф для сушки.

Наконец, опишем еще испытание земель в невысушенном виде на излом. Это испытание большей частью приме-



Фиг. 25. Форма для изготовления сухого образца (восьмерки).



Фиг. 26. Испытание на излом сырого бруска.

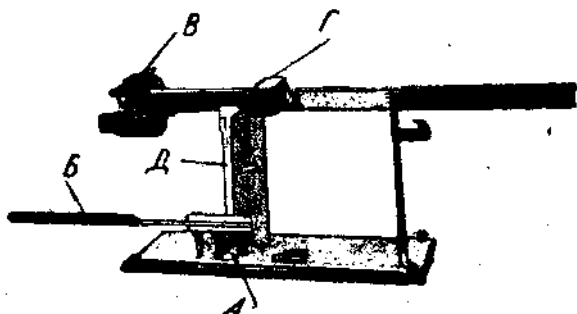
няется для свежих формовочных земель. Для этого испытания набивают на специальном копре (большой трамбовке) длинный брусок из испытуемой земли. Брусок этот в изломе имеет размеры 25×50 мм и кладется на свою широкую сторону. Этот брусок кладут на особый прибор (системы Доти), показанный на фиг. 26. Здесь А — брусок, лежащий на бумажной ленте. При помощи мотора и передачи земляной брусок на бумажной ленте своим концом начинает медленно съезжать с края столика прибора так, что его конец остается навесу. Когда спустится достаточно большой конец, он под действием собственной тяжести отламывается. Отломившийся кусок падает в особый лоточек и потом взвешивается. После отламывания первого куска земляной брусок продолжает непрерывно сползать со стола на бумажной ленте. Так от него отламывается один кусок за другим, которые все по отдельности взвешиваются. Чем

больше вес отломившегося куска, тем больше крепость земли на излом. Крепость на излом по Доти выражается средним весом отломившегося куска. Вес берется в граммах.

5. Испытание глин и бентонитов

Раньше мы установили, что одним из основных свойств глины, применяемой в качестве связующего материала для формовочных и стержневых смесей, должна быть ее клейкость, или способность склеивать зерна песка. Посмотрим, как испытывается глина на клейкость.

Испытание глины на клейкость заключается в том, что ее намазывают тонким слоем между двумя железными дисками измерительного прибора, и затем отрывают эти диски один



Фиг. 27. Прибор для испытания глины на клейкость.

от другого. Чем больше нужна силы для того, чтобы оторвать диски один от другого, тем больше клейкость глины. Клейкость глины зависит от ее увлажнения, поэтому испытание глин на клейкость ведут при разных их увлажнениях, обыкновенно от 25 до 60%-ной влажности.

Прибор для испытания глины на клейкость показан на фиг. 27. Здесь А — два железных диска, между которыми наносится тонким слоем глина. Чтобы выдавить излишек глины между этими дисками и получить между ними слой определенной толщины, служит рукоятка Б, которую после выдавливания излишка глины снимают с прибора. Далее пускают в ход моторчик В, который гонит слева направо ходовым винтом груз Г по качающейся рейке. Чем дальше вправо отодвигается груз Г, тем с большей силой тяга Д тянет кверху верхний диск, отрывая его от глины; нижний диск при этом остается неподвижным. Как только диски отрываются один от другого, движение груза Г по рейке

автоматически останавливается, и против груза на делениях рейки можно прочесть величину силы, с которой в момент разрыва отрывались диски. Эта сила характеризует склеивающую способность глины, потому что оторвать один диск от другого мешала именно глина, которая склеивала оба диска.

Величина клейкости глины выражается в килограммах разрывного усилия на 1 см^2 поверхности диска (поверхности, склеенной глиной). Так например, говорят, что клейкость глины равна $0,25 \text{ кг/см}^2$. Это значит, что для отрывания друг от друга двух пластинок (или дисков, или зерен песка), склеенных этой глиной, нужна сила в $0,25 \text{ кг}$ на 1 см^2 склеенной поверхности.

Выше мы говорили, что существует особый род очень пластичных, клейких глин вулканического происхождения, которые называются бентонитами. Эти глины также испытываются на клейкость описанным только что способом. Но, кроме того, бентониты испытываются еще на так называемое гелеобразование.

Бентонит обязан своей высокой склеивающей способностью тому, что в нем очень много коллоидальных частиц — очень мелких, имеющих размеры от $0,000001$ до $0,0001 \text{ мм}$. Эти коллоидальные частицы могут образовать с водой особый студнеобразный коллоидальный раствор, который называется гель (желе). Испытание бентонита на гелеобразование имеет целью установить, как много в бентоните таких коллоидальных частиц, о чем судят по тому, насколько много образуется геля при растворении бентонита в воде.

Испытание производится следующим образом. Берут 4 г мелкоистолченного сухого бентонита с добавкой 5% окиси магния и высыпают в мензурку или стеклянную узкую и высокую банку. Затем в эту банку вливают 100 см^3 дистиллированной воды и встряхивают или взбалтывают содержимое вручную или на специальной болтушке (см. ниже) в течение 1 часа. После этого жидкости дают отстояться в течение 24 часов.

У настоящих бентонитов при этом отстаивании образуется в мензурке гель — студенистое желе, которое не выливается, если мензурку осторожно опрокинуть. Обычно над гелем сверху остается некоторое количество воды, которую нужно осторожно слить с помощью сифона.

Чем больше образовалось геля, тем лучше бентонит, так как тем больше в нем коллоидальных частиц, и тем больше будет клейкость этого бентонита.

Мы влили в мензурку 100 см³ воды. Предположим, что после взбалтывания с бентонитом и 24-часового отстаивания у нас в мензурке сверху осталось 20 см³ воды, а остальные 80 см³ занимал образовавшийся гель. Тогда мы говорим, что бентонитное число у этого бентонита равно 80%.

Следовательно, бентонитное число показывает на процент образовавшегося геля и говорит о ценности бентонита. Высококачественные бентониты имеют бентонитное число до 95% и выше. При числе бентонитности менее 50% глина не может считаться настоящим бентонитом. Приводим здесь бентонитные числа для некоторых сортов бентонитов по данным инж. Карлова.

Название бентонита	Бентонитное число
Клейспар (Вайоминг), США	100
Битти	89
Ута	70
Озургеты (Закавказье)	60—95

6. Определение содержания глинистых веществ

Чтобы узнать, сколько в данной формовочной земле содержится глины, надо глину отделить от песчаной основы земли. Как же отделить глину от зерен песка?

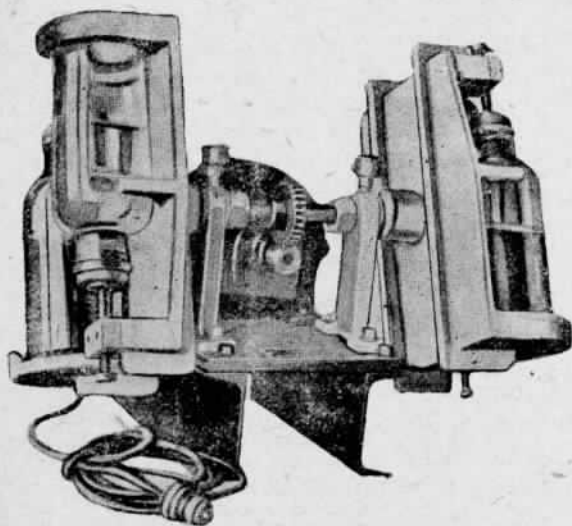
Если бы то глинистое вещество, которое находится в формовочных землях и обладает полезным для литейщика свойством клейкости, имело определенный химический состав, то легче всего было бы найти его содержание с помощью химического анализа. Но дело в том, что химический состав глин, встречающихся в формовочных землях, не является определенным и колеблется в широких пределах. Кроме того, те химические соединения, которые входят в состав глины, встречаются также и в других структурных частях земли, например в зернах песка. Поэтому химический анализ не может дать нам точного представления о содержании глины в земле.

Для определения содержания глины в земле, пользуются тем, что глина представляет мельчайшие частицы разрушенных горных пород, которые уносились с гор водой и осаждались на дне озер и рек. Чтобы отделить глину от песка при определении содержания глины в земле в лаборатории, глину отмывают от зерен песка, или, как говорят, производят отмучивание.

Для этого землю сначала высушивают, и затем отвешивают 50 или 100 г такой сухой земли. Эту землю всыпают

в стеклянную банку, в которую наливают воды с небольшой добавкой щелочи. Добавка щелочи делается для того, чтобы глина легче отмывалась от зерен песка.

Отмывание глины от зерен песка производится на приборе, который называется болтушкой (фиг. 28). С помощью маленького моторчика вращается горизонтальный вал, который делает 60 об/мин. На концах вала укреплены стойки, в которые можно зажать винтами по две стеклянные банки с водой и пробами земли для отмучивания. Та-



Фиг. 28. Болтушка для отмучивания.

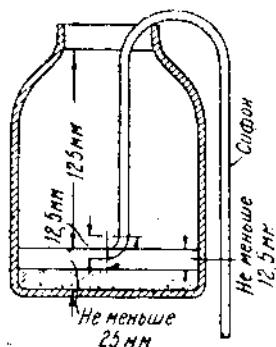
ким образом в эту болтушку можно одновременно поставить сразу четыре банки. Имеются также болтушки на шесть банок.

Банка с водой и пробой земли вращается на болтушке в течение часа; за это время вся глина отмывается, отстает от зерен песка. После этого болтушку останавливают, банку с нее снимают, ставят на стол и дают ей спокойно стоять на столе в течение 10 минут. За это время весь песок, даже мелкий, садится на дно банки, а сверху остается мутная вода. Вода мутна от взвешенных в ней частичек глины, настолько малых, что за такой короткий срок они на дно не оседают.

После 10-минутного отстаивания мутную воду с помощью сифона сливают из банки, оставляя в ней слой воды всего 25 мм над дном банки.

Схема расположения сифона показана на фиг. 29. Сифон представляет изогнутую трубку (обычно стеклянную), один конец которой опускается в банку и устанавливается там, как показано на фигуре, а другой, более длинный конец свободно свешивается вниз вне банки. Если весь сифон (вся трубка) будет заполнен водой, то вследствие веса столба воды в правом, свисающем вниз колене, вода из банки будет непрерывно засасываться в левый конец сифона и выливаться из его правого, нижнего, конца.

После отсифонивания в банку опять наливают воду до прежнего уровня, встряхивают банку вручную несколько



Фиг. 29. Схема расположения сифона.

раз и ставят на стол. Вода опять мутнеет (но не так сильно, как в первый раз), потому что при первом сливании воды не вся глина ушла вместе с ней, часть ее осталась. Теперь дают воде опять отстояться, чтобы взмученный при встряхивании песок снова сел на дно. Затем сливают мутную воду, снова доливают банку водой и т. д., пока после 5-минутного отстаивания вода в банке не будет совершенно прозрачная.

Прозрачность воды указывает, что теперь вся глина (практически) отмыта и удалена из банки. После этого содержимое банки выливают через воронку, на дне которой положен лист фильтровальной (промокательной) бумаги. Вода через фильтр уходит, а песчинки остаются. Затем фильтр с осадком сушат и после сушки взвешивают.

Вес песка теперь будет меньше, чем вес первоначальной пробы земли, которая была насыпана в банку с водой перед отмучиванием, потому что раньше в земле была еще глина, а теперь глина удалена. Разница в весе пробы до и после отмучивания равна весу той глины, которая содержалась в земле. Отсюда нетрудно вычислить процент содержания глины. Если, например, до отмучивания мы имели 50 г земли, а после отмучивания получили 45 г, то глины было 5 г, что по отношению к 50 г составляет 10%.

Описанный способ определения содержания глинистых веществ разработан Американским обществом литейщиков (АФА). По этому способу попадают в сифон все частицы, имеющие размеры меньше 0,023 мм, которые мы условно и считаем глиной.

Необходимая для производства данного испытания болтушка у нас изготавливается трестом Союзформолитье.

7. Зерновой анализ

Мы уже видели, что на свойства формовочных земель и смесей, на их основные показатели влияет зерновая структура (строение) их песчаной основы — размеры зерен, их форма и однородность зерен по размеру.

Чтобы узнать, сколько в земле имеется зерен разных размеров и какие именно размеры этих зерен, землю подвергают зерновому анализу. Для зернового анализа берут песчаную основу земли, т. е. землю с отмытой предварительно глиной. Сначала пробу подвергают отмучиванию, как описано выше, и сушке. Глина и влага таким образом удаляются, и остается лишь песчаная основа земли.

Зерновой анализ производят с помощью просеивания отвешенной пробы отмытого песка через сита с разными отверстиями. Сита при этом ставятся одно над другим (фиг. 30) так, что самое крупное сито будет наверху, а самое частое внизу. Тогда при просеивании более крупные зерна песка остаются на верхних ситах, а более мелкие — на нижних. Для улавливания мельчайших зерен песка, которые проходят через все сита, под самое мелкое (нижнее) сито подставляют металлический тазик; сверху самое верхнее (крупное) сито закрывается крышкой (после того как в него всыпают пробу песка).

На фиг. 30 показаны только три сита, одно над другим; снизу тазик и сверху — крышка. На самом деле сит берут не три, а больше, обыкновенно от девяти до одиннадцати с разными размерами их отверстий (ячеек).

Сита для зернового анализа песка должны быть сделаны очень точно. Ячейки должны быть строго выдержаны по размерам, чтобы на каждом сите задерживались зерна песка только определенных размеров. До настоящего времени для этого приходится пользоваться импортными ситами, лучшими из которых считаются американские, изготавливаемые по стандарту Американского общества литейщиков. Сита



Фиг. 30. Лабораторные сита для просеивания при определении зернистости.

эти сделаны из медной проволоки и имеют очень точные размеры ячеек. В табл. 3 приведены размеры ячеек и диаметры проволок стандартных американских сит.

Таблица 3

Стандартные американские сита для зернового анализа

№ сита	Размер отверстия мм	Диаметр проволоки мм	№ сита	Размер отверстия мм	Диаметр проволоки мм
6	3,360	1,020	70	0,210	0,140
12	1,680	0,690	100	0,149	0,102
20	0,840	0,420	140	0,105	0,074
30	0,590	0,330	200	0,074	0,053
40	0,420	0,250	270	0,053	0,041
50	0,297	0,188	□		

Наиболее ходовой комплект сит состоит из следующих сит: № 6, 12, 20, 40, 70, 100, 140, 200 и 270. Номер сита дает приблизительное число отверстий сетки на один погонный дюйм. Диаметр обичайки лабораторных сит для анализа земли составляет 200 мм.

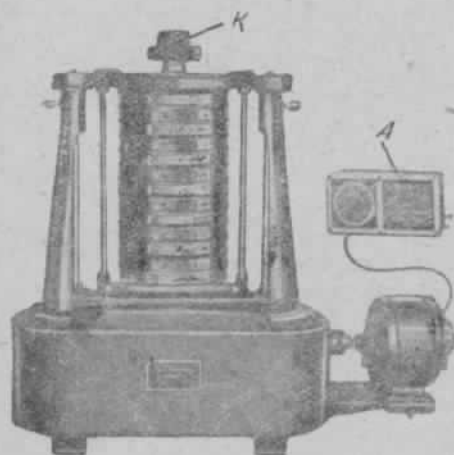
Для просеивания пробы песка на таких ситах пользуются специальными аппаратами, в которые эти сита, составленные в столбик одно на другое, и вставляются. На фиг. 31 показан наиболее удобный из таких аппаратов — так называемый рот ап. Он трясет столбик сит в горизонтальном направлении с помощью эксцентрикового механизма так, что столбик перемещается при этом — и справа налево и спереди назад — в двух направлениях, делая как бы небольшие круги в горизонтальной плоскости. В то же время сверху по крышке верхнего сита бьет колотушка К. Просеивание получается очень хорошее, и для этого достаточно трясти сита с пробой земли на этом аппарате в течение 15 минут. С помощью автомата А аппарат через 15 мин. сам останавливается.

На фиг. 32 показан другой, более дешевый, но действующий менее быстро и надежно прибор для просеивания. Этот прибор подвешивается к потолку за крючок, показанный сверху. На валу мотора насажен маховичок (на фигуре он скрыт кожухом), к которому привинчен односторонний

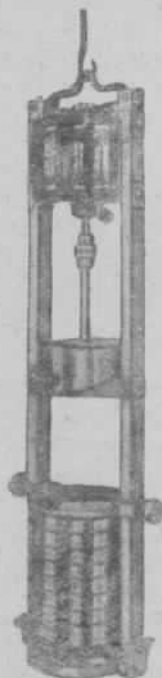
груз. Поэтому при вращении маховичка он бьет и тем самым раскачивает весь прибор в разные стороны, благодаря чему и происходит просеивание песка через сита. Этот прибор изготовляет трест Союзформолитье.

После просеивания пробы песка через составленные в столбик одно над другим сита взвешивают остатки песка на каждом сите и на тазике под нижним ситом.

Предположим, что из всего песка, взятого для анализа, половина осталась на сите № 70, четвертая часть осталась на сите № 140 и остальная четверть на тазике. Мы знаем, что размер отверстий сита № 70 составляет 0,21 мм, а предыдущее сито над ним № 40 имеет ячейки 0,42 мм. Значит, половина зерен нашего



Фиг. 31. Стационарный ротап.



Фиг. 32. Подвешенный ротап.

песка имеет размеры между 0,21 и 0,42 мм, потому что эти зерна прошли через сито № 40 и остались на сите № 70. Точно так же легко установить, что в нашем примере четвертая часть (по весу) всех зерен песка имеет размеры между 0,105 и 0,149 мм, потому что эти зерна прошли через сито № 100 и остались на сите № 140. Остальная четвертая часть всех зерен нашего песка прошла через все сита, даже через самое частое сито № 270, и осталась на тазике. Эти зерна имеют размеры меньше размера ячеек сита № 270, т. е. меньше 0,053 мм.

Таким образом зерновая структура песчаной основы нашей земли может быть записана в следующем виде:

Размеры зерен мм	Количество зерен по весу, %
0,21 — 0,42	50
0,105 — 0,149	25
Меньше 0,053	25

Обыкновенно вместо размеров зерен в мм пишут номер сита, на котором осталась та или другая группа зерен. Для нашего примера запись будет следующая:

№ сита	Количество зерен по весу, %
70	50
140	25
Тазик	25

Часто вместо слова тазик (или лоток) для обозначения группы самых мелких зерен песка, прошедших через все сита, пишут «минус 270» (—270), подчеркивая этим, что песчинки этой группы настолько мелкие, что они прошли даже через сито № 270 — самое мелкое в комплекте.

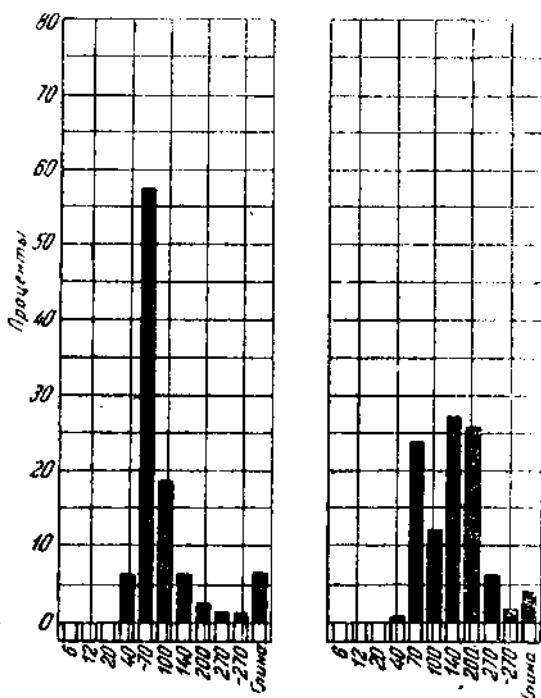
Зерновую структуру земли обыкновенно дают в виде диаграммы зернистости, изображая ее графически для большей наглядности.

На фиг. 33 показаны диаграммы зернистости для двух сортов земли. Построены они следующим образом. Слева направо идут в порядке очередности номера сит: № 6, 12, 20, 40, 70, 100, 140, 200, 270 и — 270 (тазик) и, наконец, глина, отмтая от земли до зернового анализа. Вверх против каждого номера сита отложены зачерненные столбики, высота которых показывает, сколько процентов от веса всей земли осталось на данном сите при просеивании. Чем выше зачерненный столбик, тем больше был остаток на этом сите.

Диаграмма зернистости позволяет судить об общем распределении зерен по размерам в данной земле. Для основных свойств земли разнородность или однородность зерен и их размеры имеют большое значение. Значит, диаграмма зернистости позволяет судить также и об основных свойствах этой земли.

Рассмотрим обе диаграммы зернистости, показанные на фиг. 33. На левой диаграмме мы видим, что большая часть зерен песка сосредоточилась на сите № 70. На этом сите осталось при просеивании почти 60% всех зерен по весу. Остатки на других ситах все небольшие и, значит, зерен

других размеров мало. Следовательно, земля в достаточной мере однородна по зернистости, и она будет поэтому иметь очень хорошую проницаемость, тем более что и глины в ней очень немного (около 6%). Проницаемость такой земли в сухом состоянии будет не меньше 150. Крепость будет незначительна по тем же причинам.



Фиг. 33. Диаграммы зернистости.

На правой диаграмме мы замечаем, что здесь нет преобладания зерен одного какого-нибудь размера, которые остались бы на одном сите. Здесь на ситах № 70, 140 и 200 осталось примерно по 25% зерен по весу. Следовательно, песчаная основа земли неоднородна по зернистости — в ней много зерен разных по размеру. Поэтому ожидать от такой земли хорошей проницаемости нельзя, так как мелкие зерна песка, которых здесь много, будут закупоривать промежутки между крупными зернами.

Диаграмма зернистости, полученная в результате ситового (зернового) анализа, дает возможность судить о размерах зерен песка и их распределении.

По диаграмме зернистости таким образом можно судить об основных свойствах земли. Чтобы ориентироваться по таким диаграммам в отношении проницаемости земли или песка, в табл. 4 приведена проницаемость однородных зерен, оставшихся на ситах разных номеров, а также смесей этих зерен в определенных пропорциях.

Таблица 4

Проницаемость песка различной крупности по данным лаборатории Кировского завода („Красный Путиловец“)

№ опыта	№ сит и % содержания зерен, соответственно номерам сит								Проницаемость
	20	40	70	100	140	200	270	— 270	
1	—	100	—	—	—	—	—	—	1200
2	—	—	100	—	—	—	—	—	219
3	—	—	—	100	—	—	—	—	119
4	—	—	—	—	100	—	—	—	67
5	—	—	—	—	—	100	—	—	49
6	—	—	—	—	—	—	100	—	32
7	—	—	—	—	—	—	—	100	27
8	—	—	50	50	—	—	—	—	127
9	—	—	—	—	—	50	50	—	30
10	—	—	75	—	25	—	—	—	100
11	—	33,3	33,3	33,3	—	—	—	—	138
12	—	32,0	32,0	32,0	—	1,3	1,3	1,3	108
13	—	98,0	—	—	—	—	—	2,0	810
14	—	—	88	—	—	—	12	—	82

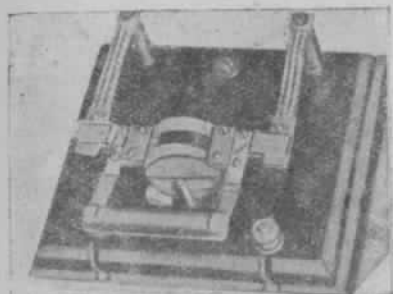
Форма зерен песка рассматривается в микроскоп — прибор, позволяющий видеть песчинки при большой увеличении. Вид песчинок при рассматривании их в микроскоп дан на фиг. 2—4.

8. Испытание на огнеупорность

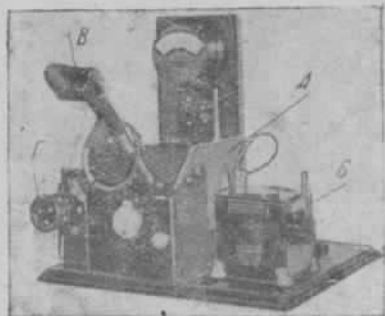
Как мы уже знаем, огнеупорность земли имеет большое значение. Если земля недостаточно огнеупорна, она легко приваривается к металлу и отливку очень трудно очистить и обработать. Испытание земли на огнеупорность заключается в том, что на образец земли накладывается лента из очень тугоплавкого металла — платины, и эта лента нагревается электрическим током до очень высоких температур. Если земля при данной температуре нагрева ленты не пригорает к последней, то огнеупорность земли выше этой тем-

пературы. Ленту нагревают до все более высоких температур и каждый раз проверяют, не приварились ли к ней частицы земли. Температура нагрева ленты, при которой начинается приваривание к ней земли, называется температурой спекаемости земли; она характеризует огнеупорность земли.

Образец земли для испытания набивается обычным способом на трамбовке (фиг. 21) в трубке, затем выталкивается из нее и сушится. Для испытания на спекаемость образец разрезается пополам поперек и берется половина его. Пла-



Фиг. 34. Установка образца для испытания на спекаемость.



Фиг. 35. Прибор для испытания на спекаемость.

тиновая лента накладывается на круглую боковую поверхность образца. На фиг. 34 показан образец на столике прибора для испытания на спекаемость с наложенной на него платиновой лентой. Лента прижимается к образцу земли весом рукоятки, за которую ее поднимают вверх с образца, причем лента откидывается вверх на гибких плоских проводах (идущих на фигуре назад).

Этот столик, или подставка, с образцом земли и платиновой лентой находится при испытании в камере прибора.

Прибор показан на фиг. 35. В середине его видна камера А для ленты с образцом. Температура накала ленты измеряется оптическим пирометром В. Такие приборы употребляются также для измерения температуры жидкого чугуна и жидкой стали при заливке их в формы. Результаты измерения температуры ленты показывает гальванометр Б. Реостат Г служит для регулирования силы тока в цепи, проходящей по ленте и дающей ей больший или меньший накал.

9. Порядок испытания свежих формовочных материалов

Свежие формовочные материалы — пески, земли и глины — не применяются для формовки в их природном виде, но, входя в формовочные и стержневые смеси, обуславливают их свойства. Каким испытаниям следует подвергать свежие формовочные материалы? Какие свойства их наиболее важны?

Прибывающие на завод на склад формовочных материалов пески необходимо испытывать в отношении следующих показателей:

1. Влажность. Ее необходимо знать, чтобы при смешивании с другими составными частями, например с горелой землей, иметь возможность рассчитывать, сколько нужно добавить воды для получения смеси заданной влажности.

2. Зерновой анализ и рассмотрение формы зерен в микроскоп. Песок в формовочной земле играет роль основы, скелета. Поэтому необходимо знать характер этой основы, т. е. диаграмму зернистости и форму зерен данного песка.

Проницаемость в сухом и отмытом от глины виде, или так называемую основную проницаемость песка, полезно знать для примерного определения проницаемости смеси, которая получается, если взять этот песок за основу. Впрочем, имея диаграмму зернистости, можно обойтись и без основной проницаемости.

Содержание глины в песке также определять не обязательно, потому что в песках глины содержится все равно мало, (не более 2%), и песок является обычно наиболее равномерным по сравнению с землями и глинами. Если мы при расчете смеси по глинистости и ошибемся, то из-за песка ошибка будет очень небольшая.

Таким образом обязательными испытаниями для свежего песка являются зерновой анализ и испытание на влажность. Обыкновенно все же, периодически, время от времени песок данного месторождения испытывают (на заводе) и на содержание глины. Кроме того, периодически производят химический анализ песка для оценки его чистоты.

Тощие, жирные и полужирные земли, прибывающие в цех, следует испытывать в отношении влажности, зернового анализа и содержания глины.

Влажность и зерновой анализ являются обязательными испытаниями для свежей формовочной земли по тем же причинам, что и для песка. Содержание глины в свежей земле следует определять в обязательном порядке, потому что в землях глины содержится уже не до 2%, а го-

раздо больше, и чтобы не сделать грубой ошибки при составлении смеси, надо это содержание глины знать.

Эти три испытания должны производиться для каждой партии прибывающей на завод свежей формовочной земли. Кроме того, периодически надо делать химический анализ земли для выявления содержания вредных примесей. Там, где имеется прибор для испытания на спекаемость (огнеупорность), интересно хотя бы периодически проверять спекаемость свежей земли. Полезно для оценки качества свежих земель определить их крепость и проницаемость при разных влажностях.

Глина должна испытываться следующим образом.

1. Клейкость. Мы уже знаем, что клейкость глины разная, в зависимости от степени ее влажности. Поэтому испытание глины на клейкость должно вестись при разных увлажнениях ее, например при 20, 30, 40, 50 и 60% влажности.

2. Определение процента глинистого вещества, которое удаляется с водой при отмучивании. В глине, кроме собственно глинистого вещества, имеется еще и песчаная часть — мелкие зерна песка. Чем тоньше, жирнее глина, тем меньше в ней песка. Для оценки качества глины важно знать, сколько в ней настоящей глины и сколько песка.

Отмучивание глины (очень длительное испытание) производится лишь периодически.

3. Бентониты должны испытываться на гелеобразование.

4. Огнеупорность (спекаемость). Глину важно испытывать на огнеупорность, потому что от ее огнеупорности в основном зависит и огнеупорность смеси. На огнеупорность глина обычно испытывается не в чистом виде, а на этой глине готовится смесь с чистым песком и испытывается на огнеупорность.

5. Химический анализ. На основании химического анализа можно судить о степени загрязненности глины вредными примесями. Химический анализ глины отчасти заменяет испытания на огнеупорность и на клейкость, но не в полной мере. Приборы для определения огнеупорности и клейкости имеются пока лишь на немногих наших заводах, поэтому обыкновенно для глины приходится ограничиваться химическим анализом и периодически для данного сорта глины отмучиванием.

Таким образом свежие формовочные материалы подлежат следующим испытаниям для оценки их качества.

Пески. Влажность, зерновой анализ и определение формы зерна, основная проницаемость; периодически: химический анализ и отмучивание.

Земли. Влажность, отмучивание, ситовой анализ; периодически: химический анализ и огнеупорность. Желательно хотя бы один раз для каждого сорта земли определить проницаемость и крепость при разных влажностях.

Глины. Химический анализ, клейкость при разных влажностях и огнеупорность; периодически — отмучивание.

10. Контроль смесей в производстве

Контроль рабочих формовочных и стержневых смесей совершенно необходим для успеха производства. При отсутствии контроля и определении качества смесей наощупь работа делается вслепую, потому что наощупь можно очень сильно ошибиться, в особенности если характер смеси по зернистости и содержанию глины изменяется. Поэтому на всех передовых заводах имеются специальные лаборатории формовочных материалов и введен контроль смесей при помощи приборов, описанных выше. Без лабораторного контроля смесей на основе их изучения не может быть качественной работы.

Контроль смесей в производстве надо организовать таким образом, чтобы результаты основных испытаний иметь еще до использования смеси. Если испытание показывает, что смесь неудовлетворительна, то при таком порядке ее можно еще исправить или во всяком случае задержать сдачу в производство на формовку, чтобы заведомо не давать брака. Такой быстрый анализ смесей, когда результаты получаются еще до использования смесей, называется **экспресс-анализом** (экспресс — значит быстрый). Экспресс-анализ смесей обыкновенно удается организовать не для всех испытаний, а лишь для таких, которые можно сделать быстро. Например на ситовой анализ или отмучивание времени уходит очень много, и экспресс-анализ на содержание глины и зернистость нельзя было бы вести. Эти анализы смесей так быстро и часто делать, впрочем, и не требуется.

Как часто надо производить экспресс-испытания смесей в производстве? На этот вопрос можно ответить следующим образом. Если в литейной формуются однородные детали быстро и в большом количестве, что обыкновенно бывает при массовом производстве с машинной формовкой (например в литейных автотракторных заводах), то смеси надо испытывать очень часто, примерно через каждые полчаса, а еще лучше — каждый замес в бегунах. В литейных массового производства при механизации всех

участков темп работы очень быстрый, притом во всей литейной или в данном пролете обыкновенно бывает всего два, а часто и один состав смеси. Поэтому, если здесь контролировать смесь редко, то легко можно пропустить землю неподходящего качества, а между тем за это время будет заформовано и залито уже большое количество деталей, которые могут из-за дефектов земли пойти в брак. Таким образом в массовом производстве всякое отступление от правильного технологического режима вызывает массовый брак, и здесь совершенно необходим быстрый и частый контроль смесей.

Если мы имеем литейную штучного разнообразного литья, в особенности крупного, то там часто формовка производится вручную. Во всяком случае в таких литейных продолжительность формовки гораздо больше, чем в механизированных литейных массового литья. Смесей здесь обыкновенно бывает большое количество, так что при частом анализе их лаборатория оказалась бы перегруженной. Поэтому в литейных штучного литья смеси анализируются не часто, всего несколько раз в смену, в зависимости от крупности литья и скорости формовки.

Какие испытания нужно производить с формовочными и стержневыми смесями с целью их контроля в производстве?

Основными испытаниями формовочных смесей для сырых форм являются: определение влажности, проницаемости и крепости на сжатие в сыром виде (при рабочей влажности). Экспресс-анализ таких смесей и состоит из этих испытаний. Мы уже знаем, что эти испытания можно вести очень быстро (влажность обыкновенно при этом определяется в печи Грабба), поэтому никаких затруднений в организации такого экспресс-анализа не встречается.

Кроме экспресс-анализа на влажность, проницаемость и крепость формовочные смеси для сырых форм надо время от времени испытывать на зернистость (ситовой анализ), содержание глины и огнеупорность. Помимо этого, для смеси данного сорта надо выявить зависимость проницаемости и крепости от влажности, т. е. построить диаграмму изменения проницаемости и крепости при постепенном увлажнении (подобно диаграмме фиг. 10).

Смеси для сухих форм обыкновенно испытываются не так часто, как смеси для формовки по-сырому, потому что при массовом литье в механизированной, конвейерной литейной формовка почти всегда производится по-сырому. Поэтому смеси для сухих форм, а также стержневые смеси берутся на испытание реже, всего несколько раз в

смену, тем более что и испытания этих смесей требуют больше времени, так как основные испытания их производятся в сухом состоянии. Сушка образцов в лаборатории выполняется при той же температуре, при которой сушатся формы или стержни в производственных сушилах.

Основным, повседневным, испытанием смесей для сухих форм и для стержней является определение крепости и проницаемости на высушенных образцах. Кроме того, в сыром виде надо определять их рабочую влажность и крепость.

Крепость в сухом виде (на сухих образцах) формовочных смесей для сухих форм и стержневых смесей на глине обыкновенно определяется испытанием их на сжатие, например на приборе Адамса. Испытание стержневых смесей на специальных связующих веществах на крепость в сушеном виде производится, как правило, на восьмерках путем испытания их на разрыв. Крепость в сыром состоянии (при рабочей влажности) определяется испытанием на сжатие.

Кроме этих повседневных испытаний, для формовочных смесей по-сухому и для стержневых смесей, следует периодически производить ситовой анализ, а для глинистых смесей также отмучивание и определение огнеупорности (спекаемости). Таким образом формовочные и стержневые смеси в производстве должны контролироваться в отношении следующих показателей.

Формовочные смеси для сырых форм. Основные повседневные испытания — влажность, проницаемость, крепость; периодические — зернистость, огнеупорность, содержание глины. Кроме того, — построение диаграммы изменения проницаемости и крепости при постепенном увлажнении.

Формовочные смеси для сухих форм и стержневые смеси. Основные повседневные испытания — проницаемость и крепость на сухих образцах, а также рабочая влажность и крепость на сырых; периодические — зернистость, огнеупорность и содержание глины.

Вопросы для повторения

1. Что такое средняя проба и как она отбирается?
2. Как определяется влажность формовочной земли с помощью сушильного шкафа?
3. Как с помощью печи Грабба определяется влажность земли? Сравнить этот способ с определением влажности сушилкой в шкафу.
4. Как определяется влажность земли при набивке образца на трамбовке и с помощью прибора Мак Ильвейна? Как определяется проницаемость и как устроен прибор, служащий для этого?
5. Перечислить способы испытания земель на крепость; для каких видов материалов они применяются?

6. Как производится испытание земли на сжатие?
7. Как и какие материалы испытываются на разрыв в сушеном виде?
8. Как производится испытание сырых земель на излом бруска?
9. В каких мерах выражается прочность на сжатие, на разрыв и на излом бруска?
10. Как и при какой влажности производится испытание глины на клейкость?
11. Как производится отмучивание и для чего оно служит?
12. Что такое ситовой анализ песка, как и для чего он производится?
13. Что такое диаграмма зернистости и как ее построить?
14. О каких свойствах земли можно судить по диаграмме зернистости и каким образом?
15. Как определяется форма зерен песка и какая она бывает?
16. Как испытывается земля на огнеупорность?
17. Каким испытаниям надо подвергать свежие формовочные материалы — пески, земли и глины?
18. Что такое экспресс-анализ смесей?
19. Как часто надо проверять качество смесей в производстве?
20. Какие основные показатели надо ежедневно контролировать у формовочных и стержневых смесей?

ГЛАВА III

Смеси и свежие формовочные материалы для разного литья

1. Свежие формовочные материалы и добавки

Пески. Формовочным песком мы условились называть материал, содержащий менее 2% глинистого вещества. По месту нахождения пески делятся на горные (овражные), речные, озерные и морские.

Горный песок мало подвергался действию рек и ручьев при его переносе от места разрушения горной породы. Он обычно залегает недалеко от места нахождения породы, из которой образовался (от коренной породы), или же он переносился к месту своего залегания не водой, а преимущественно ветром. Поэтому форма зерен горного песка не округлая, а угловатая или, в лучшем случае, полуокатанная. Встречаются месторождения очень чистых кварцевых горных песков, однородных по зернистости.

Речной, озерный и морской пески имеют окатанные зерна, потому что они долгое время подвергались действию воды, их перекатывавшей. От постоянного перекатывания по дну песчинки потеряли свои выступы и ребра и округлились.

Речные пески обыкновенно очень неоднородны по зернистости и часто загрязнены вредными примесями, понижающими огнеупорность. Поэтому, например, для стального

лится, где требуется высокая огнеупорность, употребляется не речной песок, а чистые кварцевые пески высокой огнеупорности.

Морской песок, находящийся на берегу моря, имеет обычно однородное по размеру зерно. До 90% зерен по весу обычно остаются на сите № 70. Морской песок почти не содержит глины и извести (последняя является вредной примесью в формовочной земле, так как она сильно понижает огнеупорность и дает много газов при заливке). В морском песке имеются соли, что и надо иметь в виду при работе с ним.

Озерные пески находятся на берегах больших озер, у нас их мало, в США же они очень распространены. Озерные пески считаются одними из лучших. Среди озерных песков встречаются и очень чистые кварцевые пески. Их зернистость разнообразна. Кислот в них нет, но извести много — до 5% и выше.

Наиболее чистые по составу зерен кварцевые пески идут для стального литья из-за их большой огнеупорности. В очень чистых песках чистого кремнезема (кварца) бывает иногда выше 99%. Для чугунного литья идут менее чистые пески; для цветного литья допускается еще более загрязненный песок. Состав некоторых наших песков приведен в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав некоторых песков

Сорт песка	Содержание, %				
	Кремнезем	Глинозем	Известь	Другие вредные примеси	Всего вредных примесей
Люберецкий белый	99,85	0,06	Следы	Нет	Следы
Ленинградский с реки Поповки . . .	96,97—98,80	1,69—1,08	0,71	1,50	2,21
Ленинградский павловский	98,20	1,32	0,33	0,18	0,51
Ленинградский саблинский	95,10	3,70	Следы	Следы	Следы

По зернистости пески делятся на крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые. Размеры их зерен приведены в табл. 6.

Наиболее крупнозернистые пески должны употребляться для крупного, а более мелкозернистые — для мелкого литья. Чем крупнее зерна песка, тем грубее получается поверхность

Таблица 6

**Практическая классификация песков
(по зернистости)**

№ класса и наименование песка	Преобладающий размер зерен (выше 600%) мм
1. Мелкозернистый	0,15 и ниже
2. Среднезернистый	0,20—0,15
3. Крупнозернистый	0,20 и выше

отливки. На фиг. 36 приведены три фотографии поверхности одной и той же отливки после ее очистки. Верхняя А показывает поверхность отливки, заформованной в мелкозернистом песке, средняя С — поверхность отливки при среднезернистом песке, а нижняя Д — при крупнозернистом песке. У крупных отливок поверхность может быть допущена грубее. Кроме того, для крупного литья нужна более высокая проницаемость, потому что стенки у крупных отливок толще, они прогревают больший слой формы, и газов образуется больше. Поэтому для крупного литья идет более крупнозернистый песок, чем для мелкого.

В табл. 7 приведены средние размеры зерна песка для разного рода литья.

Таблица 7

Литье	Средний размер зерна мм
Крупное стальное литье	0,30—0,40
Мелкое и среднее стальное литье	0,20—0,30
Крупное чугунное литье	0,15—0,20
Среднее	0,10—0,15
Мелкое	0,05—0,10
Цветное литье	0,05—0,075

Применение крупного песка для стального литья объясняется тем, что такой песок обладает высокой огнеупорностью и меньше пригорает к отливкам.

Для стержней нужна более высокая проницаемость, чем для форм, потому что стержни находятся в более тяже-



Фиг. 36. Влияние размеров зерен песка на поверхность отливки.

лых условиях в форме в отношении газоотвода. Поэтому следует брать для стержней пески более крупнозернистые и окатанные, чем для форм. К тому же для связывания зерен крупнозернистого песка требуется меньше специальных связующих, например масла.

Свежие глинистые земли. Разделение свежих формовочных земель по содержанию в них глинистого вещества было разобрано нами выше (табл. 2). Мы видели, что земли по этому признаку делятся на тощие, полужирные и жирные.

В тощих землях имеется глины 2—10%, в полужирных 10—25% и в жирных 25—40%.

Формовочные свежие земли чаще всего употребляются для чугунного и цветного литья. В смеси для стального литья свежие глинистые земли обыкновенно не идут, потому что огнеупорность их из-за большого содержания вредных примесей для стали недостаточна. Для стального литья в смеси идет чистый кварцевый песок и высококачественная огнеупорная глина. Количество вредных примесей в формовочной земле (окислы железа, известь, магнезия и щелочи) допускается не более 5%.

Следует отметить неоднородность залегания свежих глинистых земель в большинстве месторождений. Особенной пестротой качества отличаются карьеры полужирных и жирных земель, поэтому при выемке свежих глинистых земель на это надо обращать особое внимание. По зернистости глинистые свежие земли очень разнообразны. Типичное их строение показано на диаграммах зернистости (фиг. 37—39).

На фиг. 37 показана типовая диаграмма зернистости тощей земли. Мы видим, что песчаная основа этой земли неоднородна. Зерна располагаются на разных ситах, причем ни на одном сите не осталось более 20%. Зерна песка — средние по размеру и мелкие. Благодаря неоднородности размера зерен связность такой земли значительная несмотря на малое содержание глины. Такая земля может дать крепость на сжатие до 0,6—0,8 кг/см² и проницаемость 30—35.

На фиг. 38 показана типовая диаграмма зернистости полужирной земли. Песчаная основа здесь также неравномерная, но преобладает мелкий песок, проходящий при ситовом анализе через сито № 270 и остающийся на тазике. Вследствие своей мелкозернистости и сравнительно большого содержания глины проницаемость такой земли очень мала и обычно равняется 5—10.

Наконец, на фиг. 39 изображена типовая диаграмма зернистости жирной глинистой земли. Почти все зерна песка у такой земли настолько мелки, что проходят через самое мелкое сито (№ 270) и остаются на тазике. Глины в жирной земле очень много (здесь показано ее даже несколько больше, чем полагается иметь в жирной земле). Еще большая мелкозернистость и большее содержание глины обуславливают у жирной земли по сравнению с полужирной более высокую крепость и худшую проницаемость.

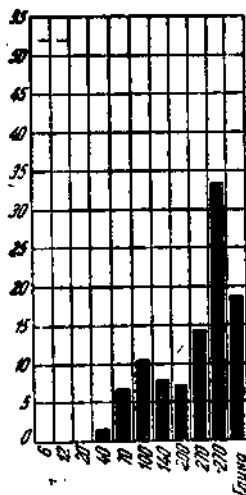
Глины. Глина, доставляемая как формовочный материал в литейный цех, состоит из собственно глинистого вещества, которое при отмучивании не оседает на дно банки, и песча-

ной основы. Глиной называется материал, в котором собственно глинистого вещества выше 40% (остальное песок). Чем больше глинистого вещества в глинѣ, тем она более пластична.

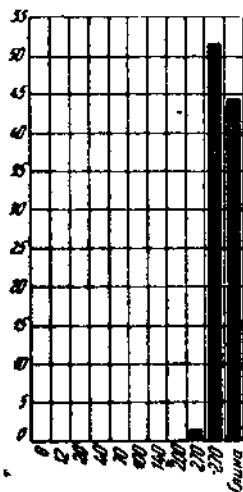
Цвет глины бывает разный. Встречаются глины белые, серые, красные, голубоватые и т. д. Цвет глины зависит от характера загрязняющих ее примесей. Эти примеси снижают огнеупорность глины.



Фиг. 37. Типовая диаграмма зернистости тощей земли.



Фиг. 38. Типовая диаграмма зернистости полужирной земли.



Фиг. 39. Типовая диаграмма зернистости жирной глинистой земли.

Наиболее огнеупорна глина белого цвета (каолин). Она содержит около 46% окиси алюминия (глинозема) и 54% кремнезема (кварца). Обычные хорошие огнеупорные глины содержат 35—40% глинозема.

Описанный выше способ испытания формовочных материалов на огнеупорность дает температуру спекания, при которой зерна материала начинают слепляться. Температурой плавления называется такая температура, при которой материал начинает плавиться, и эта температура выше температуры спекания.

По данным практики формовочная смесь лучше всего отстает от отливки, если глина имеет высокую температуру плавления и низкую температуру спекания. Такова например знаменитая огнеупорная часов-яровская глина, имеющая

температуру плавления 1700°, температуру спекания около 1000°. Огнеупорными глинами считаются такие, у которых температура плавления выше 1580—1600°.

Клейкость глины зависит от мелкости (коллоидальности) частиц. Чем мельче частицы глины, тем большую она имеет клейкость.

Клейкость данной глины зависит от степени ее увлажнения. В табл. 8 приведены цифры клейкости для некоторых сортов глины. Из таблицы видно, что бентонит имеет лучшую клейкость, которая сохраняется даже при очень большом проценте его влажности. В настоящее время у нас бентонит является пока дорогим и дефицитным материалом.

Таблица 8

Клейкость различных сортов глины, кг/см²

Сорт глины	Влажность глины, %					
	25	30	35	40	50	60
Боровичская огнеупорная	0,12	0,30	0,37	0,08	—	—
пластичная	0,20	0,25	0,33	0,14	—	—
Пулковская пластичная	0,39	0,34	0,34	0,05	0,01	—
Огнеупорная для стального литья по-сырому	0,30	0,25	0,10	0,07	—	—
Американский бентонит	—	0,34	0,53	0,45	0,53	0,42
Тбилисский бентонит (Озургеты) . .	0,06	0,21	0,28	0,22	0,21	0,02

Каменный уголь. Из добавок, примешиваемых в формовочные земли, рассмотрим здесь каменный уголь. Он примешивается в формовочные смеси для чугунного литья по-сырому с целью защиты зерен от сплавления.

Далеко не все равно, какой сорт угля примешивать в формовочную землю. Какой же должен быть сорт угля? Мы уже раньше говорили, что уголь защищает зерна земли от спекания тем, что при нагревании из угля выходят газы, т. е. уголь дает коптящий дым, и из этого дыма на зерна оседает копоть, предохраняющая их от спекания. Следовательно, уголь нужно выбирать такой, который давал бы больше газов.

После сгорания угля в формовочной земле остается зола, которая засоряет землю, уменьшая ее проницаемость; в то же время уменьшается огнеупорность земли. Чем меньше останется в земле этой золы, тем лучше. Значит, уголь должен содержать возможно меньше золы. Это — второе тре-

бование, предъявляемое к качеству каменного угля. Указанным двум требованиям удовлетворяют так называемые газовые угли (угли марки Г), которые и надо считать самыми лучшими для добавки в формовочную землю.

Прежде чем его добавлять в землю, уголь должен быть тонко размолот. Чем мельче частицы угля, тем лучше, потому что мелкий порошок лучше распределяется в земле. Если частицы угля крупные, то даже при очень хорошем перемешивании они будут распределяться в земле редко, далеко одна от другой. Там, где частицы угля будут далеко одна от другой, зерна земли останутся незащищенными от спекания. Чем тоньше помол угля, тем меньше его нужно для получения того же действия.

Для практических целей вполне достаточно, если после размалывания угольная пыль проходит через сито № 140.

Содержание летучих веществ в угле должно быть не менее 30%, а золы не более 10%. Влажность угля не должна быть более 4—5%

Не следует упускать из виду, что каменноугольная пыль легко самовоспламеняется, поэтому хранение угля должно производиться с принятием надлежащих мер предосторожности. Лучше заготавливать угольную пыль на небольшой промежуток времени, тем более что при длительном хранении она теряет свое основное качество — содержащиеся в ней газы постепенно улетучиваются.

2. Формовочные смеси

Смеси для чугунного литья. Примерно несколько больше половины всего чугунного литья по весу отливается в сырые формы и немного меньше половины в сухие формы. Для литья как по-сырому, так и по-сухому могут применяться или облицовочные земли с наполнительными, или одна общая земля, без разделения на облицовочную и наполнительную. При заливке в сухие формы обыкновенно общей земли не применяют; пользуются двумя сортами смесей — облицовочной и наполнительной, потому что литье, заливаемое в сухие формы, более ответственное, и кроме того, массовое литье редко отливается в сухие формы.

Невозможно дать готовые рецепты формовочных смесей из-за их разнообразия и встречающихся в практике литья особенностей. Составы формовочных смесей диктуются характером литья и свойствами имеющихся в распоряжении сырых формовочных материалов и горелой земли.

В среднем можно считать состав облицовочной земли по объему для чугунного литья ориентировочно таким:

Свежая земля и песок	6—3
Горелая земля	10—4
Каменный уголь	1—1

Количество каменного угля в облицовочной земле для литья по-сырому дается разное, в зависимости от толщины тела отливок. Слишком большое количество угля в смеси не только не полезно, но и вредно. Здесь получают следующие осложнения. При чрезмерно большом количестве угля частицы его, находящиеся на поверхности земли, выгорают при заливке и получают углубления, которые заполняются металлом. Поверхность отливки получается неровной, покрытой выступами и жилками. Далее, при слишком большом количестве угля он дает слишком много газов в форме. Эти газы не успевают быстро выйти из формы и оказывают давление на металл, не давая ему как следует заполнить форму. Получается как бы недолитая деталь, имеющая в некоторых местах завороты металла и спаи, в особенности в тонких частях отливки.

Кроме того, процесс выделения газов из каменного угля требует затраты тепла, которое отнимается от жидкого металла. В результате при тонком теле отливки в случае слишком большого количества угля металл стынет быстро, и поверхность отливки получается блестящего сизого цвета. Такое литье будет обладать твердой поверхностью.

Сколько надо примешивать угля в смеси для разных отливок, указано в табл. 9.

Таблица 9

Рекомендуемая примесь каменного угля в формовочной смеси

Толщина тела отливок мм	Нужно примешивать
10—20	1 ч. угля на 20 ч. земли
20—25	1 12
25—50	1 10
50—100	1 8
100 и толще	1 6

Больше чем 1 часть угля на 6 частей земли (около 16%) давать не следует. Уголь в землю прибавляется по объему. Например дают одни носилки угля на десять носилок земли.

Таблица 10

Основные показатели формовочных смесей для чугунного литья, по данным Крейна

Род литья	Проницаемость	Крепость на излом бруска г	Содержание глинистых веществ %
Легкие отливки серого чугуна			
Предельные значения	10—20	130—170	6—14
Весьма хорошие результаты (прессовая формовка)	15	138	6,6
Печные плиты			
Предельные значения	10—15	130—170	6—14
Весьма хорошие результаты	12	160	14
Отливки для плавильных печей			
Предельные значения	15—25	140—180	8—15
Очень хорошие результаты (формовка в почве)	20	160	8
Средние отливки серого чугуна			
Предельные значения	30—50	150—190	10—18
Очень хорошие результаты (штучное литье).	33	183	18
Тяжелые отливки серого чугуна			
Предельные значения	60—150	160—220	15—25
Очень хорошие результаты, тяжелое машинное литье (формовка на встряхивающих машинах)	96	191	21
Очень хорошие результаты, тяжелое машинное литье	137	13	13
Легкие отливки ковкого чугуна			
Предельные значения	5—30	125—160	6—14
Очень хорошие результаты, штучное литье (прессовая формовка)	32	126	10
Средние отливки ковкого чугуна			
Предельные значения	30—30	130—170	8—15
Очень хорошие результаты	49	160	11
Тяжелые отливки ковкого чугуна			
Предельные значения	40—90	140—180	8—15
Очень хорошие результаты, штучное литье (формовка в почве)	81	180	15

Вместо каменного угля, в формовочную смесь для литья по-сырому можно добавлять мазут. Действует он точно так же, образуя при нагреве коптящий дым, который обволакивает зерна земли предохранительным слоем сажи. При этом получается то преимущество, что земля не засоряется золой, так как при сгорании мазута золы почти не остается.

Для отливок весом до 60—70 кг надо примешивать обыкновенного мазута в количестве 1,5% от объема земли или же 1—1,25% парафинистого мазута марки Г. Для крупных отливок весом до 1 т количество мазута надо брать равным 3,5—4% от объема земли.

Несмотря на ряд преимуществ по сравнению с каменноугольной пылью, применение мазута в формовочную землю не получило широкого распространения. Причина этого в том, что мазут — более дефицитный материал; его, кроме того, труднее перемешать с землей; наконец, при заливке форм, сделанных из земли с мазутом, выделяется больше тяжелых газов и дыма, распространяющихся по цеху и требующих усиленной вентиляции.

В формовочные смеси для сухих форм вместо угля (или мазута) добавляются органические примеси, как конский навоз, древесные опилки, торф и т. п. Количество добавляемых органических примесей берется в пределах 5—10% по объему от общего количества смеси.

Основные показатели качества формовочной смеси зависят от характера литья — его сложности, толщины тела и общих размеров. Можно сказать, что для более крупного, толстостенного и сложного литья требуется более высокая проницаемость и крепость смесей.

В табл. 10 приведены основные показатели формовочных смесей для разного рода чугунного литья, взятые из американской практики.

Крепость смесей на излом сырого бруска здесь определяется на приборе Доти. Крепость выражена в граммах (средний вес отвалившегося куска образца).

Для каждого рода отливок в таблице приведены предельные значения показателей, т. е. их наибольшие и наименьшие встречающиеся на практике величины, а также значения, соответствующие наиболее хорошим результатам в части качества отливок.

В табл. 11 приведены основные показатели смесей для чугунного литья по другому американскому источнику.

Смеси для стального литья. Для стального литья, как правило, употребляются облицовочная и наполнительная земли.

Основные показатели формовочных смесей для чугунного литья, по данным Дитерта

Сорт литья	Рекомендуемые свойства земли для каждого сорта			
	Влажность %	Газопрони- цаемость	Крепость при сжатии кг/см ²	
			в сыром состоянии	в сухом состоянии
Плиты печные	8,5—9,5	9	0,31	1,32
Радиаторы	6—7	35	0,24	3,62
Трубы для ванн	6—7	35	0,28	3,62
Блоки цилиндров	5—6	70	0,25	3,20
Секции котлов	5,5—6,5	80	0,28	2,93
Трубы для котлов	6—7	80	0,35	3,06
Секции котлов	6—7	75	0,30	2,79
Трубы разные	5,5—6,5	75	0,29	2,79
Трубы разные	8—9	300	0,28	3,34
Трубы разные	6—7	300	0,28	3,34
Шкивы	6,3—7,3	90	0,32	2,79
„	6—7	100	0,28	2,79

Средний состав облицовочной земли можно ориентировочно принять следующий:

Свежий кварцевый песок	9—5	частей по объему
Горелая земля	4—3	„ „ „
Молотая огнеупорная глина	1—1	„ „ „

Кроме того, для крупного литья добавляют некоторое количество молотых огнеупорных материалов, например шамота, старых графитовых тиглей и т. п. Эти добавки делаются для увеличения огнеупорности смеси. Для лучшей связности в землю для стали часто добавляют крахмал или патоку.

Основные показатели земли для стального литья, заливаемого в сухие формы, по американским данным, приведены в табл. 12, а для литья, заливаемого в сырые формы, в табл. 13.

Смеси для цветного литья. Для цветного литья (медные сплавы — бронза и латунь — и алюминиевые сплавы) употребляются обыкновенно мелкозернистые смеси из-за более высоких требований к гладкости поверхности цветного

литья. Составы смесей для цветного литья самые разнообразные, в зависимости от наличного сырья.

Таблица 12

Основные показатели смеси для стального литья, заливаемого в сухие формы

Свойства смеси	Мелкое и среднее литье	Крупное литье
Проницаемость	130—150	150—165
Крепость на сжатие в сыром виде, кг/см ² .	0,35—0,5	0,4—0,5
Влажность, %	4,0 —4,8	4,0—5,0

Таблица 13

Основные показатели смеси для стального литья, заливаемого в сырые формы

Свойства смеси	Мелкое и среднее литье	Крупное литье
Проницаемость	165—225	180—230
Крепость на сжатие в сыром виде, кг/см ² .	0,35—0,45	0,35—0,45
Влажность, %	3,0 —4,5	3,0 —3,5

1

В табл. 14, 15 и 16 приведены составы земель для медного литья, зарекомендовавшие себя в практике литейной одного из московских заводов.

Таблица 14

Формовочные смеси для сухих форм на бронзовое литье

Характер литья	Содержание, %		Примечание
	горелой земли	свежей жирной земли	
Мелкое	75	25	Отливки до 1 кг 2—10 кг 10 и выше
Среднее	60	40	
Крупное	50	50	

Таблица 15

Формовочные смеси для сырых форм на бронзовое литье

Характер литья	Содержание, %		Примечание
	горелой земли	свежей тощей земли	
Мелкое	75	25	Отливки до 1 кг 2—10 кг 10 и выше
Среднее	60	40	
Крупное	50	50	

Таблица 16

Формовочные смеси для латунного литья по-сухому

Характер литья	Содержание, %		Примечание
	горелой земли	полужирной свежей земли	
Мелкое	80	20	Отливки до 1 кг 2—10 кг 10 и выше
Среднее	70	30	
Крупное	60	40	

Основные показатели смесей из американской практики приводятся в табл. 17. В табл. 18 даны показатели земли для медных сплавов по данным американского источника.

3. Стержневые смеси и связующие для них

Раньше мы уже познакомились с тем, что стержневые смеси можно разделить на две большие группы: 1) смеси на глине и 2) смеси на специальных связующих веществах.

Стержневые смеси на глине как по своему составу, так и по показателям очень сходны с формовочными облицовочными смесями для литья в сухие формы. Связующим веществом в них служит глина. В стержневые смеси на глине, так же как и в формовочные смеси для сухих форм, добавляются органические примеси — навоз, опилки и т. п. Стержни, приготовленные на глинистых смесях, точно так же как и сухие формы, красятся формовочными чернилами

Таблица 17

Основные показатели формовочных смесей для цветного литья, по данным Крейна

Характер литья	Проницаемость	Крепость на излом бруска г	Содержание связующих веществ %
----------------	---------------	-------------------------------	-----------------------------------

Мелкие и средние медные отливки

Предельные величины	10—25	130—170	7—12
Очень хорошие результаты	22	132	9

Тяжелые медные отливки

Судовые отливки	38	135	6
Детали насосов	80	191	20
Машиностроительное литье	36	142	10

Алюминиевые отливки

Предельные значения	5—15	130—170	8—25
Очень хорошие результаты	—	168	13

Таблица 18

Основные показатели формовочных смесей для медного литья, по данным Хартлея

Свойства смеси	Мелкое литье	Среднее литье	Крупное литье
Проницаемость	8—12	10—17	17—25
Крепость на сжатие сырого образца кг/см ²	0,2—0,3	0,2—0,3	0,2—0,4
Содержание глины, %	6—15	7—10	7—10

для предохранения их поверхности от пригара к металлу. Для увеличения прочности стержней на глинистой смеси при формовке их внутрь обыкновенно закладывают железные проволочные или чугунные скелеты, или каркасы. Стержни на глине после остывания отливки довольно

трудно выбить из отливки — их приходится удалять ломиком вместе с каркасами.

Рассмотрим стержневые смеси на специальных связующих, которые можно разделить на четыре группы: 1) масло (льняное масло, олифа); 2) клейстеры (мука, декстрин); 3) водные коллоидные растворы (патока, сульфитный щелок); 4) смолы (каменноугольная смола, канифоль).

Льняное масло считается лучшим связующим для стержней. Когда желательнее оценить какое-нибудь другое связующее, то его действие сравнивают обыкновенно с льняным маслом.

Стержни на льняном масле получаются очень прочными — крепость на разрыв сухих образцов в виде восьмерок около $6\text{--}12\text{ кг/см}^2$, поэтому для стержней на масле не требуется каркасов. Стержни на масле при хорошем, однородном, сорте песка получаются очень проницаемыми. После заливки при остывании отливки масляные стержни теряют связность и при выбивке легко рассыпаются и получаются из отливки в виде песка. Это также очень важное свойство масляных стержней. Массовое производство таких отливок, как длинные радиаторы для центрального отопления, развились только после того, как стали применяться масляные стержни. При длительном хранении готовых масляных стержней их прочность мало изменяется, так как они не стсыревают.

Стержневая смесь на масле составляется из чистого песка и льняного масла. Количество льняного масла берется $0,8\text{--}2,5\%$ от объема смеси. Песок для масляных стержней должен быть свободным от щелочей, так как щелочи омыливают масло и лишают его связующей способности.

Стержневая смесь на масле должна быть очень тщательно перемешана, чтобы каждое зерно было окружено масляной пленкой. В сыром состоянии такая смесь почти не имеет крепости. Чтобы сырые стержни до сушки не разваливались, в смесь прибавляют немного воды (до $3\text{--}4\%$). Пленка воды, которая получается на зернах песка поверх пленки масла (воду дают в смеситель обязательно после масла) имеет большую крепость, чем масляная пленка, поэтому стержень в сыром виде получается прочнее. Для стержней, где требуется еще большая крепость до сушки, можно кроме воды давать еще немного глины (около 3%) в масляную смесь. Избыток глины здесь только вреден, так как глина, впитывая часть масла, снижает его связующую способность.

Высокую крепость стержни на масле получают во время сушки. Температура сушки масляных стержней различная в

зависимости от сорта масла. Обыкновенно эти температуры находятся в пределах 200—250°. Продолжительность сушки 1—3 часа в зависимости от объема стержня.

Масло при нагреве в сушиле во время сушки стержней поглощает из воздуха кислород — окисляется, отчего оно и приобретает способность связывать песчинки. Получается то же явление, как при высыхании масляной краски, которая по истечении некоторого времени превращается в прочную пленку на покрытой ею поверхности. Только здесь при сушке стержней процесс идет при высокой температуре, поэтому он и протекает быстрее. Получается таким образом на каждом зернышке песка как бы лаковая очень прочная пленка окислившегося масла — **линоксина**, и эти пленки очень крепко связывают песчинки. А так как масла по объему в смеси очень немного, то проходы между зернами остаются незанятыми, и проницаемость стержней получается значительной. Так как процесс сушки масляных стержней заключается в поглощении маслом кислорода, то в сушилах для таких стержней нужно обеспечить постоянный приток свежего воздуха.

Олифа, т. е. вареное масло, уже при своем изготовлении частично окисляется. Поэтому связующая способность олифы несколько меньше чем у сырого льняного масла.

Льняное масло и олифа являются **остродефицитными** материалами. Потребность в этих материалах в других отраслях народного хозяйства заставляет четко поставить вопрос перед литейщиками о необходимости замены этих материалов в стержневых смесях другими, менее дефицитными, хотя бы качество стержней на заменителях получалось и не такое высокое, как на масле. Надо отметить, что дороговизна и дефицитность льняного масла заставляют идти по пути его замены также литейщиков США и других капиталистических стран. При этом полноценных заменителей масла все же ни за границей, ни у нас не найдено. Тем не менее вопрос о необходимости отказа от масла и применении его лишь в самых крайних, особо ответственных случаях должен быть у нас поставлен в настоящее время очень жестко. Наиболее подходящим заменителем льняного масла в стержневых смесях является в настоящее время сульфитный щелок, который дает стержню почти такие же качественные и не является дефицитным. Ниже мы познакомимся со свойствами стержней на сульфитном щелоке и с его применением.

Вообще связующая способность стержневого масла зависит от способности его поглощать кислород. Об этой спо-

способности судят по так называемому иодному числу, которое находится при испытании масла на поглощение иода. Чем больше иодное число, тем лучше масло в качестве связующего для стержней. В табл. 19 приведены иодные числа для разных масел.

Способность масла к окислению, т. е. к поглощению кислорода, можно определить и не прибегая к иодному числу, а произведя соответствующий опыт и получив так называемое кислородное число. Но дело в том, что вести опыт на поглощение кислорода практически очень сложно. Поэтому и находят для масла способность поглощать иод, т. е. иодное число, определение которого в лаборатории много проще чем опыт с поглощением кислорода. Чем лучше масло поглощает иод, тем лучше оно поглощает и кислород, поэтому по иодному числу можно судить о способности масла к окислению.

Иодное число указывает, сколько граммов иода поглощает 100 г данного масла. Чем больше иодное число, тем лучше.

Следует еще отметить, что процесс поглощения кислорода льняным маслом ускоряется, если его предварительно

Таблица 19

Иодные числа для масел разных сортов

Сорт масла	Иодное число	Сорт масла	Иодное число
Льняное	171—204	Майсовое	113—125
Олифа	130—150	Хлопковое	105—110
Копляное	143—166	Оливковое	95—105
Маковое	136—143	Рапсовое	95—103
Китайское (бобовое) . .	125—143	Касторовое	85—103
Подсолнечное	125—135		

прокипятить с некоторыми веществами, например с перекисью марганца, добавляемой в мелкоистолченном виде. Перекиси марганца при этом надо брать 2% от всего масла по весу. Стержни на таком масле можно сушить на 30% скорее, чем на сыром необработанном льняном масле. Такие вещества, как перекись марганца, ускоряющие процесс

окисления масла, называются сиккативами. К ним принадлежат также свинцовый сурик, глет и др.

Группа клейстеров (мука, крахмал, декстрин) обладает связующими свойствами благодаря тому, что они с водой образуют клейкое вещество — клейстер. Крахмал не дает клейстера с холодной водой, поэтому его приходится разводить в горячей воде, что сложно и хлопотливо.

Мука, ржаная, пшеничная и картофельная, является одним из самых старых, давно известных связующих для стержней. Количество муки в стержневой смеси берется до 4—5% от объема смеси. Излишнее количество муки вызывает раздутие стержней во время сушки. Стержни на муке сушатся при температуре до 250°. Стержни на муке легко удаляются из литья при выбивке, хотя они менее прочны, чем стержни на масле (примерно 60% от прочности масляных стержней). При хранении высушенные мучные стержни отсыревают и через 8 час. теряют около $\frac{2}{8}$ своей прочности.

Декстрин представляет переработанный (обожженный) крахмал. Он дает клейстер и с холодной водой. Декстрин — довольно распространенное связующее для стержней. Смесь на декстрине готовится обыкновенно из речного или кварцевого песка и слегка увлажняется (примерно до 4% влаги). Количество декстрина берут 2—5% по объему. Температура сушки стержней на декстрине до 225°.

Декстриновые стержни по внешнему виду сходны с масляными, но светлее их. Прочность декстриновых стержней в сухом состоянии меньше масляных, но больше стержней на муке. В сыром состоянии (до сушки) декстриновые и мучные стержни крепче масляных и их можно переносить, не опасаясь, что они развалятся. Декстриновые стержни также легко выбиваются из отливки, как и масляные. При хранении декстриновые стержни быстро портятся, впитывая влагу и теряя прочность. Поэтому стержни на декстрине не годятся для сырых форм, если эти формы долго стоят собранными до заливки на плацу.

Из коллоидных (водных) растворов в качестве связующих для стержней употребляется патока и сульфитный щелок.

Патока употребляется кормовая, называемая также меляссой. Связующим в патоке является сахар, поэтому патока тем лучше для стержней, чем больше в ней сахара. При сушке в сушиле патока становится очень жидкой, почему обволакивает равномерно каждую песчинку тонкой пленкой и затем затвердевает, крепко склеивая песчинки.

Патоку надо применять свежую, так как застарелая патока начинает бродить, отчего содержание в ней сахара уменьшается.

Патоки в стержневую смесь идет 1—3% по объему, остальное — песок. В сыром виде паточные стержни несколько крепче, чем на масле, но менее крепки, чем на муке и тем более на декстрине. Температура сушки паточных стержней не выше 200°. После сушки паточные стержни имеют крепость на разрыв до 3—4 кг/см². Из отливок они выбиваются легко. Паточные стержни также имеют свойство впитывать из воздуха (и из земли) влагу и теряют со временем свою крепость, хотя и не в такой степени, как стержни на декстрине.

Сульфитный щелок представляет отход бумажного производства. Ввиду того что сульфитный щелок является одним из сравнительно подходящих и дешевых заменителей льняного масла, остановимся на нем несколько подробнее.

В том слишком разжиженном виде, в каком он получается на бумажных фабриках, сульфитный щелок не годится для непосредственного применения для стержневых смесей, поэтому его нужно выпаривать до удельного веса 1,25—1,30. Лучше покупать не жидкий щелок и затем его выпаривать, а сгущенный — в виде черной массы вроде смолы, которая называется целлюлозным пеком (цельпек). Этот цельпек затем растворяется в литейной в горячей воде до удельного веса 1,25—1,30, в таком виде он дается в смесь.

Стержневые смеси на сульфитном щелоке составляются так же, как и на масле, из чистого песка и щелока с небольшой добавкой глины для улучшения прочности стержней до сушки. В смесь дается до 5% сульфитного щелока с удельным весом 1,25—1,30 и до 6% глины. Можно также давать 3—4% щелока и 0,5—1% льняного масла. Глины в этом случае можно не добавлять. В сыром состоянии смесь на сульфитном щелоке прилипает к стержневым ящикам, в особенности к железным и стальным. Для уменьшения прилипания в смесь добавляют 0,5—2% мазута.

Температура сушки стержней на щелоке должна быть 150—200°, а при добавке масла 175—225°. Продолжительность сушки такая же, как и для масляных стержней без щелока, или несколько меньше.

Прочность сухих стержней на щелоке почти такая же, как и масляных стержней. Выбиваются стержни на щелоке так же легко, как и масляные. Однако стержни на щелоке

имеют тот большой недостаток, что во влажном воздухе и в сырой форме они быстро отсыревают и теряют крепость. Поэтому их надо ставить в сырые формы незадолго (не более за полчаса) до заливки. Стержни на щелоке более податливы.

Таким образом сульфитный щелок как дешевый материал представляет интерес для литейщика, хотя и является неполноценным заменителем льняного масла.

Из смол для стержневых смесей употребляется чаще всего канифоль, реже — каменноугольная смола или пек.

Канифоль примешивается к песку в количестве до 5%. Иногда небольшое количество канифоли вводится в масляный песок. Стержни на канифоли не отсыревают в форме и на воздухе и могут сохраняться в литейной годами. Температура сушки канифольных стержней до 200°. Прочность таких стержней на разрыв достигает 1,5 кг/см² при высокой проницаемости.

Пек представляет массу вроде вара. Применяемый в литейной пек прежде всего должен хорошо дробиться, чтобы его можно было растолочь в порошок. Количество пека в песчаной смеси для стержней 2—5%. Температура сушки такая же, как для канифоли. Стержни на пеке имеют крепость на разрыв около 1 кг/см²; так же, как стержни на канифоли, они почти не впитывают влагу и не отсыревают.

Кроме перечисленных специальных связующих для стержней, употребляется еще целый ряд других, менее распространенных. Необходимо помнить, что все эти специальные связующие вследствие их высокой стоимости применяются лишь для ответственных и точных стержней, обычно не крупных.

4. Краски и припылы

Основной составляющей формовочной краски для чугунного литья является графит, который служит материалом, защищающим поверхность формы от пригара песка.

Кроме графита и воды, в краску входят еще связующие, назначение которых состоит в том, чтобы притягивать частицам графита в жидком виде оседать на дно сосуда, в котором хранится краска. Обычно для этой цели в краску вводится огнеупорная глина. В больших литейных, где расходуется много краски, для ее хранения и разведения устанавливаются специальные краскомешалки, в которых краска все время перемешивается.

Часто в формовочную краску вводится льняное или дру-

гое масло или сульфитный шлох. Роль масла в краске заключается в том, что при сушке формы оно окисляется, как и в масляных стержнях, и придает слою краски большую прочность, дополняя склеивающее действие глины.

Если в краску для большей ее огнеупорности ввести много графита, то слой такой жирной краски, нанесенный на поверхность формы, будет слишком мало проницаем для газов. Для улучшения проницаемости краски в нее вводится молотый каменный уголь или кокс. Сгорая при заливке, частицы угля или кокса оставляют поры в слое краски, через которые газы могут свободно проходить.

В табл. 20 приведены некоторые рецепты формовочных красок для чугунного литья. Последний рецепт приведен для составления более дешевой краски (без добавки графита) и применяется в ленинградских литейных для крупного литья.

Наиболее распространенным припылом для сырых форм чугунного литья служит графит. Качество графита тем выше, чем больше в нем содержится углерода и чем меньше золы. Лучшим графитом считается цейлонский. Он содержит не менее 90% С. В СССР распространением пользуются отечественные графиты — Алиберовского, Курейского и Мариупольского месторождений. Хороший литейный графит должен содержать выше 75% С.

Таблица 20

Составы красок для чугунного литья

	Состав по объему							Чем разводится
	графит	молотые графит- вые тигли	древесный уголь	каменный уголь	молотый кокс	сульфитный шелок	огнеупорная глина	
Хорошая краска для среднего литья	2	—	1	—	1	—	1	Паточной водой То же
Более дешевая краска .	1	2	—	—	1	—	1	
Рецепт Сормовского за- вода	2	—	5	—	5	—	2	Водой
Завод „Красная Пресня“	2	—	4	—	4	—	1,5	То же
Краска без графита . .	—	—	2	1	6	0,5	0,5	То же

Кварцевая мука, или маршалит, представляет тонко-размолотый чистый кварцевый песок. Маршалит очень огнеупорен и применяется для защиты поверхности форм от пригара для стального литья, где он вводится в краску для сухих форм или употребляется как припыл для сырых форм. Иногда маршалит употребляется и в чугунолитейных для припыливания сырых форм. Хороший маршалит должен содержать не менее 98,5% кремнезема (лучший маршалит содержит выше 99% кремнезема) и при просеивании весь проходит через сито № 100.

Для мелкого чугуноного литья в качестве припыла вместо графита употребляется порошок древесного угля. В мелком тонкостенном литье такой огнеупорности защитного слоя на форме, как в среднем и крупном литье, не требуется, потому что запас тепла в мелкой отливке небольшой, она быстро стынет, и песок мало пригорает к форме, поэтому здесь вместо графита и применяют древесный уголь. Поверхность отливок при этом получается чистой и гладкой. Наилучшим для этой цели сортом древесного угля считается березовый.

Вопросы для повторения

1. Какая разница между горным и речным песком по форме зерен и их чистоте?
2. Перечислить чистые кварцевые пески.
3. Как влияет зернистость песка на получение гладкой поверхности отливки?
4. Почему для крупного литья употребляют более крупнозернистый песок?
5. Какой песок идет для стержней?
6. Перечислить вредные примеси в землях; сколько их допускается?
7. Что такое бентонит, для чего он употребляется и какие его особые свойства?
8. Какой сорт каменного угля прибавляют к формовочной земле и почему?
9. Почему в угле для земли должно быть мало золы?
10. Какова должна быть тонкость помола каменного угля?
11. Сколько следует прибавлять каменного угля к формовочной земле?
12. Почему вреден избыток угля в формовочной земле?
13. Как действует примесь к формовочной земле мазута?
14. В каких случаях применяются стержни на глине и на специальных связующих веществах?
15. Перечислить специальные связующие для стержневых смесей.
16. Из каких частей состоит масляная стержневая смесь? Сколько масла дается в смесь?
17. Для чего в масляные смеси дают глину и воду и в каком количестве?
18. Как и когда масляный стержень приобретает свою крепость?

19. Что дает подное число?
20. Как можно ускорить сушку масляных стержней?
21. Какие основные преимущества масляных стержней перед стержнями на глине?
22. Какими свойствами обладают стержни на декстрине?
23. Что такое сульфитный щелок и цельпек?
24. Какими основными свойствами обладают стержни на сульфитном щелоке и сколько идет щелока в смесь?
25. Что надо делать для уменьшения прилипания смеси на сульфитном щелоке к стержневым ящикам?
26. Для чего в формовочную краску вводится глина, масло, сульфитный щелок? Как они действуют?
27. Для чего в формовочную краску примешивают уголь и кокс?
28. Что такое маршалит и для чего он служит?
29. Какой припыл употребляется для крупного и для мелкого чугуна литья?

ГЛАВА IV

Механизация приготовления и транспорта формовочных земель

1. Расход формовочных смесей и свежих материалов

Одной из специфических особенностей литейного производства является большое по весу количество материалов и их перемещений, приходящееся на 1 т годного литья. Так, при подсчете грузопотоков для одной большой литейной станочного литья оказалось, что на 1 т годного литья приходится около 1000 т/м перемещений форм, отливок и всевозможных материалов. Другими словами, на 1 т выпускаемого литья приходится столько перевозить в литейной разных грузов, что это равносильно перевозке 1 т на расстояние 1 км.

Формовочные материалы составляют несколько более половины всех грузов, которые приходится перемещать в литейном цехе. Можно сказать, что формовочные материалы весят столько же, сколько все остальные перевозимые в литейной грузы.

Мы видим таким образом, что механизация приготовления и транспорта формовочных земель в литейном производстве имеет чрезвычайно большое значение хотя бы уже по удельному весу, занимаемому этими материалами в общем грузопотоке литейного цеха. Перерабатывать и переносить такую массу земли вручную в современном большом цехе было бы чрезвычайно неудобно и дорого и потребовало бы большого количества рабочих рук.

Кроме того, качество приготовления формовочных смесей вручную несравненно ниже качества смесей, приготовляемых на современных земледельных машинах. Качество земли, приготовляемой в механической земледелке, кроме того, отличается равномерностью, чего нет при ручном приготовлении земли, и что так важно в условиях массового производства, где и самое литье должно иметь изо дня в день одинаковое высокое качество. Наконец, при механизации транспорта готовой смеси последнюю можно подавать к формовочному месту таким образом, что формовщик будет тратить очень мало времени на то, чтобы насыпать землю в опоку, например из бункера, находящегося прямо над формовочной машиной, в то время как при ручной доставке земли он должен брать ее лопатой с пола или из ящика. Поэтому механизация транспорта земли дает возможность формовщику иметь более высокую производительность и увеличить степень использования формовочных машин.

Количество готовых формовочных и стержневых смесей, расходуемых на 1 т литья, зависит от характера литья как по сложности и штучному его весу, так и по массовости.

Простое и толстостенное литье требует меньше земли, чем литье сложное и тонкостенное. Например, если лить круглые болванки, то их по весу будет заформовано в одной опоке гораздо больше, чем каких-нибудь фигурных тонкостенных деталей. Для крупного литья земли требуется меньше, чем для мелкого, более тонкостенного литья, при одинаковой с крупным литьем сложности. Наконец, при массовом производстве размеры и форма опок обычно подгоняются более точно к моделям, берутся с меньшим запасом земли. В ряде случаев опоки при массовом производстве делаются не прямоугольными, как обычно, а фигурными, сообразуясь с формой модели. В литейных же штучного литья часто приходится брать опоку большего размера, чем следует для формовки данной детали, потому что при небольшом заказе на эти детали, делать специальные опоки для них невыгодно, подходящей же опоки из имеющихся в наличии, иногда не подобрать. По этой причине расход земли на 1 т литья при массовом литье меньше чем при штучном.

Общий расход формовочных и стержневых смесей в различных литейных колеблется в пределах 2—9 м³ на 1 т годного литья. Можно принять, что 1 м³ смеси в бункере весит в среднем 1,2 т. Пересчитывая вес земли по этой цифре, получаем, что на 1 т литья идет смеси 2,4—10,8 т.

В среднем можно принять расход формовочных и стержневых смесей в 5—6 т на 1 т годного литья.

Если считать, что свежих формовочных материалов в среднем на все смеси, расходуется около 10—15%, то потребность в свежих материалах будет составлять 0,5—1 т на 1 т годного литья.

2. Разгрузка и хранение свежих материалов на складе

Свежие формовочные материалы должны храниться на особо отведенном складе. Запас свежих материалов на складе берется до 4 месяцев в зависимости от того, насколько регулярно снабжается цех в разное время года.

Склады формовочных материалов должны быть крытые и зимой отапливаемые. В современных больших литейных склад формовочных материалов устраивается в виде отдельного крытого пролета, который обслуживается мостовым электрическим краном. Формовочные материалы подаются на склад чаще всего в железнодорожных вагонах как открытых (платформах), так и закрытых. Железнодорожная колея в больших складах проводится непосредственно по складу, обыкновенно вдоль одной из его длинных сторон.

Чтобы не задерживать подвижного состава под грузом, землю из вагонов надо быстро разгружать. Лучше всего для этой цели делать вдоль колеи разгрузочные ямы, облицованные бетоном. Формовочные материалы быстро разгружают в эти ямы из крытых вагонов вручную и после уборки со склада состава перегружают в места хранения. Для разгрузки с открытых платформ в механизированных складах применяются так называемые самохваты, или грейферы, которые подвешиваются на мостовом кране, захватывают землю с платформы и затем разгружают ее в места хранения. Места хранения для свежих земель делают в виде бетонных закров, углубленных частично в землю для увеличения их емкости. Для каждого сорта земли имеется свой закров.

3. Порядок приготовления смесей

Технологические процессы приготовления смесей различны в зависимости от состава смеси и ее назначения. Разберем сначала порядок приготовления облицовочной земли для сырых форм для формовки чугуна и литья. Такая земля составляется из следующих составных частей:

- 1) свежие формовочные материалы (пески, земли и глины);

2) горелая земля; 3) каменный уголь; 4) вода для увлажнения.

Прежде чем приготовить такую облицовочную землю, необходимо предварительно соответствующим образом приготовить составные части, входящие в нее. Свежие формовочные пески и земли, поступившие с карьеров в литейную, нуждаются почти всегда в просеивании для отделения от них гальки, камней и посторонних предметов, попадающих в них во время доставки в литейную. Просеять свежие земли и пески в том виде, в каком они доставлены в литейную, можно далеко не всегда. Очень часто пески и глинистые земли подают в цех во влажном состоянии, в особенности в осенний период, во время дождей. Сырая же земля и песок при просеивании забивают отверстия сита, и чтобы их просеять, они должны быть предварительно просушены. Предварительная сушка часто нужна бывает и потому, что если свежие земли не сушить, то влажность смеси получается больше той, которая для нее необходима.

При просеивании высушенных свежих земель, в особенности сильно глинистых, на сите остается очень много (до 40%) отсева или отхода в виде комьев той же самой земли, слипшихся во время сушки. Эти комья выбрасывать не следует, потому что по существу — это тоже хорошая земля. Поэтому комья нужно размять, а затем пропустить сквозь сито.

Глина, которая иногда добавляется в чистом виде в облицовочные земли, должна быть высушена и затем размолота в порошок, в виде которого ее обычно и добавляют в смесь. Таким образом порядок предварительного приготовления свежих формовочных материалов будет следующий:

Пески и земли: 1) сушка; 2) просеивание с разминанием комьев, не прошедших сквозь сито.

Глина: 1) сушка; 2) размалывание.

Надо отметить, что чистые пески, например речные или кварцевые, не всегда нужно сушить. Если подан достаточно сухой песок, то его следует только просеять.

В горелой земле, выбитой из опок после охлаждения отливок, имеются затвердевшие капли и кусочки чугуна, которые попадают в землю при заливке и выбивке литья. Эти кусочки чугуна надо из горелой земли удалить, для чего ее подвергают магнитной сепарации, т. е. отделению кусочков чугуна из нее с помощью магнита. После магнитной сепарации горелую землю надо просеять через редкое сито, для того чтобы отделить от нее посторонние предметы — куски дерева и т. д., попавшие в нее случайно,

а отчасти и из формы (например так называемые деревянные солдатики при ручной формовке).

Таким образом предварительная подготовка горелой земли сводится к двум следующим операциям: 1) магнитной сепарации и 2) просеиванию. Кроме того, очень хорошо было бы горелую землю очищать от пыли. Мы уже знаем, что при каждой заливке количество пыли в земле увеличивается в результате частичного растрескивания песчаных зерен, превращения части глины в неактивную, а также от сгорания каменного угля, оставляющего после себя в земле золу. На некоторых наших заводах горелая земля бывает очень сильно засорена пылью, которой содержится в земле иногда выше 15%. Понятно, что качество смеси сильно улучшится, если в производстве горелую землю подвергать сепарации от пыли. Однако до сих пор, как правило, в земледельных установках не ставят машин для отделения пыли от горелой земли и эту операцию не производят, потому что имеющиеся машины для пылеотделения слишком громоздки и мало производительны. Ниже мы познакомимся с конструкцией одной из таких машин. Несомненно, что с усовершенствованием пылеотделяющих машин сепарация горелой земли от пыли будет внедряться в земледельки.

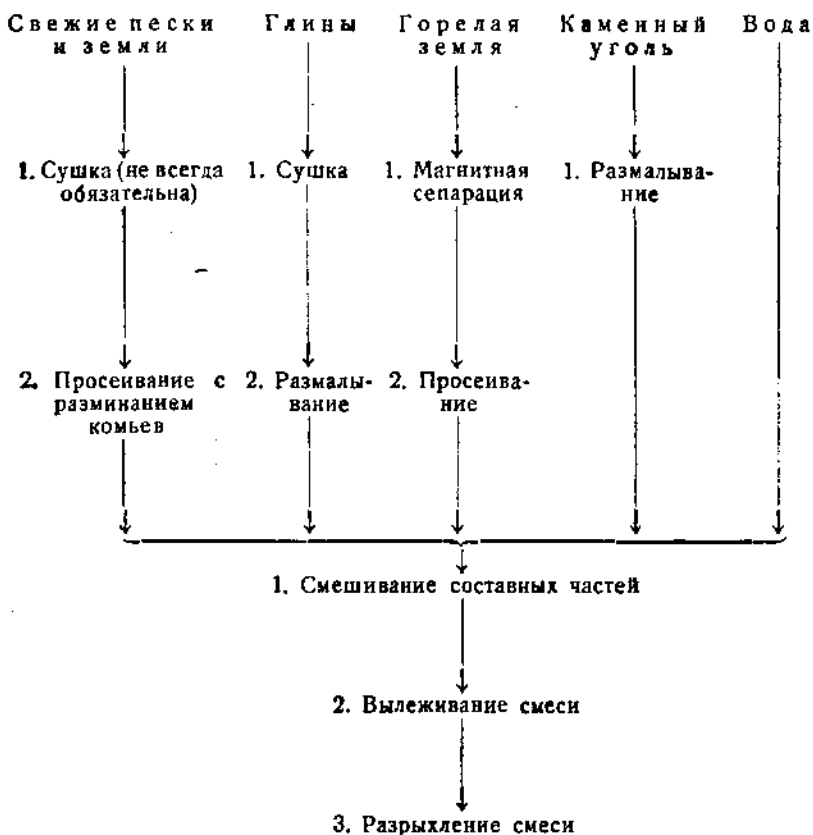
Каменный уголь, входящий в смесь, предварительно размалывается в порошок. Вода не нуждается ни в какой предварительной подготовке.

Приготовление облицовочной смеси из предварительно подготовленных, как было описано, составных частей заключается в следующем. Прежде всего все составные части смешиваются между собою в заданных пропорциях. Операция смешивания является самой важной во всем процессе, потому что от тщательности перемешивания зависит качество смеси. Нужно, чтобы при смешивании каждое зернышко песка было окружено оболочкой из глины. После смешивания земле надо дать вылежаться в течение нескольких часов. Это вылеживание или отстаивание нужно главным образом для того, чтобы глина лучше впитала воду и чтобы земля стала от этого более крепкой и пластичной. Перед тем как смесь раздавать по местам потребления, ее после вылеживания подвергают разрыхлению, что улучшает проницаемость, или, как говорят, придает земле воздушность.

Приготовление смеси таким образом сводится к следующим операциям: 1) смешиванию, 2) вылеживанию и 3) разрыхлению.

Весь процесс приготовления облицовочной земли для чугунного литья по-сырому можно представить в виде следующей наглядной схемы:

Схема приготовления облицовочной земли для чугунного литья по-сырому



Облицовочная земля для формовки по-сырому не содержит примеси каменного угля. Поэтому операция по размалыванию угля здесь отпадает. Вместо угля в эту землю добавляют органические примеси, которые обычно ни в какой предварительной подготовке не нуждаются. Кроме того, земли для формовки по-сырому не подвергаются разрыхлению, потому что при этом однородность их состава ухудшается. Операция разрыхления таким образом здесь отпадает. Вылеживание также не дается.

Приготовление дополнительных земель отличается от облицовочных главным образом тем, что свежих добавок для них вовсе не дается или их берется очень немного, так что смесь состоит главным образом из горелой земли.

Часто дополнительная земля не освежается совсем, и ее приготовление заключается лишь в смешивании предварительно переработанной горелой земли с водой. Добавок свежих земель в дополнительную землю часто можно не делать вовсе из тех соображений, что при заливке не весь слой облицовочной земли портится — часть его мало изменяется. При выбивке облицовочная земля перемешивается с дополнительной и таким образом освежает ее. Иногда для освежения дополнительной земли ограничиваются тем, что на каждую форму насыпают перед выбивкой по одной или по несколько лопат свежей земли.

Общие формовочные смеси, без разделения на облицовочную и дополнительную, имеют больше свежих добавок (большой процент освежения), чем дополнительные, но меньше чем облицовочные. Часто все эти свежие добавки (свежие земли, пески, глина и уголь) предварительно смешиваются между собой, а уже эта смесь смешивается с предварительно приготовленной горелой землей и водой.

Стержневые смеси на глине по своему составу мало отличаются от облицовочных земель для сухих форм и готовятся таким же способом. Приготовление стержневой смеси на специальных связующих, например на масле, заключается в тщательном смешивании песка, предварительно просушенного и просеянного, со связующим веществом.

Как уже упоминалось раньше, при изготовлении смеси на масле нужно сначала смешивать сухой песок с маслом, а затем уже давать воду и производить перемешивание смеси с водой. Если мы нарушим этот порядок и дадим сначала воду, а потом масло, то на зерне будет внутри оболочка воды, а снаружи оболочка масла. В результате сырая крепость смеси будет такая же низкая, как на одном масле без добавки воды.

Приготовление формовочных земель в механизированных литейных обыкновенно производится в центральных землеприготовительных установках или земледелках. При большом масштабе производства в одном цехе может быть и несколько земледелок. Стержневые земли часто готовятся в отдельных земледелках, небольших по масштабу,

потому что стержневых смесей идет много меньше чем формовочных.

Машины, которые служат для приготовления формовочных смесей и предварительной переработки горелой земли, чаще всего комбинируются так, что вместе с транспортными устройствами для транспорта в земледелку горелой земли и для раздачи готовой смеси они образуют земледельную систему. Часто такая система делается лишь для общей или наполнительной земли, расход которой наиболее велик, облицовочная же земля готовится на отдельных машинах вне системы, причем переработанная горелая земля берется из системы.

По экономическим соображениям не всегда целесообразно бывает делать полную механизацию приготовления и раздачи земли. В мелких литейных часто в центральной земледелке готовится только наиболее ответственная облицовочная (и стержневая) земля. Наполнительная же земля в этом случае может быть приготовлена на месте формовки с помощью особых передвижных землеприготовительных машин.

Познакомившись в основном с порядком приготовления различных смесей, переходим к ознакомлению с машинами и агрегатами, которые служат для выполнения различных операций по приготовлению смесей и их составных частей.

4. Приготовление свежих материалов

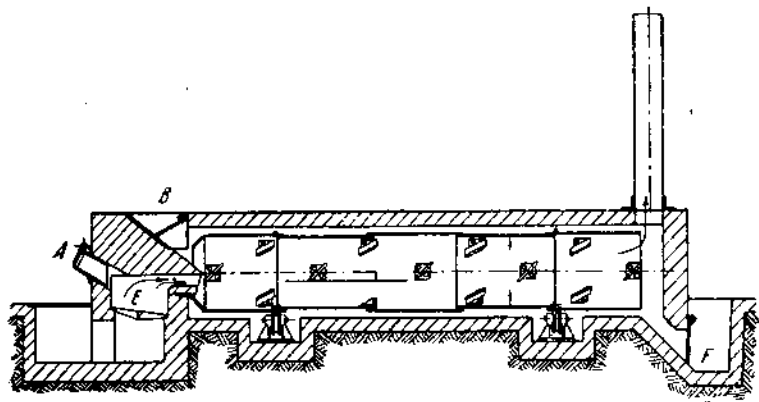
В больших механизированных земледелках для сушки свежих формовочных материалов применяются механические сушильные печи. Они делаются двух видов — горизонтальные и вертикальные.

На фиг. 40 показано схематически устройство горизонтальной сушилки для формовочной земли. Сырая земля непрерывно засыпается в воронку В, из которой она попадает внутрь печи в медленно вращающийся железный барабан. Этот барабан медленно вращается на роликах с помощью мотора и передачи.

Внутри барабана имеются прикрепленные к нему лопатки, посаженные наклонно по отношению к его оси, как показано на фигуре. При вращении барабана упавшая на дно его земля захватывается этими лопатками и поднимается, а затем падает с лопаток снова вниз, опять подхватывается лопатками и снова с них падает. Благодаря тому, что лопатки посажены под углом к оси барабана, земля при каждом падении с них немного передвигается вдоль

по оси барабана, падая уже не на то место, откуда ее захватила лопатка. Пройдя всю длину барабана, земля высыпается через правый его край в приямок.

В левом конце печи устроена топка *Е*, в которую топливо (уголь) забрасывается через топочную дверцу *А*. Горячие газы из топки идут, как показано стрелками, проходят внутри барабана и уходят далее в дымовую трубу. Пока земля дойдет до конца барабана, она уже высохнет. Таким образом с левого конца в барабан непрерывно поступает свежая несущенная земля, а из правого его конца все время выходит сухая земля.



Фиг. 40. Горизонтальная печь для сушки земли.

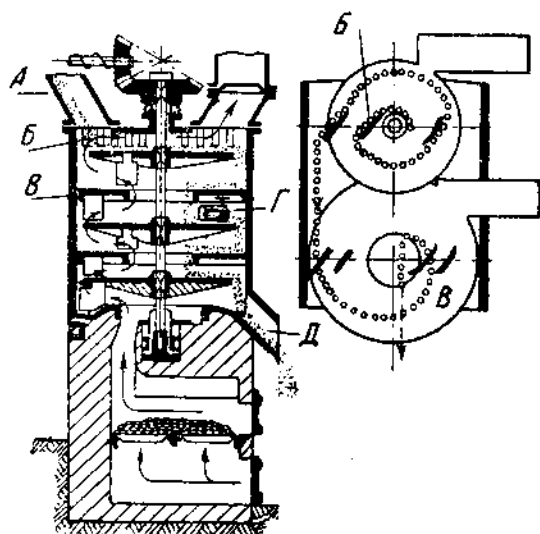
Вертикальная сушильная печь показана на фиг. 41. Внутри круглого железного кожуха медленно вращается вертикальный вал с насаженными на него круглыми горизонтальными тарелками. Вращение вала производится с помощью зубчатой передачи, показанной на верху печи.

Внизу имеется топка, в которой сжигается уголь. Горячие газы из топки идут, как показано стрелками, поднимаются внутри печи кверху и уходят дальше в дымовую трубу, начинающуюся справа на крышке сушила.

Свежий песок, который надо сушить, непрерывно сыплется в сушило по трубе *А* через отверстие в крышке сушила. Песок внутри сушила попадает на верхнюю вращающуюся тарелку. К крышке сушила снизу неподвижно прикреплены плужки *Б*, поставленные так, что они все время передвигают к краю вращающейся тарелки находящуюся на ней землю. Благодаря этому земля с тарелки, дойдя до

ее края, пересыпается через край и падает на неподвижное кольцо В, прикрепленное к кожуху печи.

На нижней стороне верхней вращающейся тарелки тоже укреплены плужки, которые сгребают землю с неподвижного кольца и пересыпают ее через край кольца на вторую вращающуюся тарелку. С этой тарелки земля снова пересыпается на другое неподвижное кольцо при помощи плужков, укрепленных снизу на первом неподвижном кольце. Так производится пересыпание земли с вращающихся тарелок на неподвижные кольца, а с них на следующие вра-



Фиг. 41. Вертикальная печь для сушки земли.

щающиеся тарелки с помощью плужков. Для раздробления комьев, образующихся при сушке, к одному из неподвижных колец (или к тарелке) снизу прикрепляется на горизонтальной оси бегунок Г, который разминает комья земли, проходящей под ним при вращении нижележащей тарелки.

Путь движения земли внутри сушила и пересыпание ее с тарелки на тарелку показан на фигуре 41. Справа отдельно показана схема, где сверху нарисована вращающаяся тарелка, а снизу неподвижное кольцо; на фигуре показано также расположение плужков и движение земли. Высушенная земля непрерывно высыпается из сушила через желоб Д.

Горизонтальная сушилка является более универсальным агрегатом, чем вертикальная. В горизонтальной печи

можно сушить пески и всевозможные земли, даже жирные; вертикальное же сушило пригодно главным образом для сушки песков и тощих земель, потому что жирная мокрая земля налипает на тарелках. Преимущество вертикальной печи состоит, с другой стороны, в том, что она занимает мало места, хотя в низком помещении ее ставить нельзя.

В горизонтальных печах чаще всего горячие газы из топки входят внутрь барабана печи с того же конца, где входит и сырая земля. Таким образом внутри барабана газы и земля движутся вдоль печи параллельным потоком.

В вертикальных печах обычно газы из топки подаются в барабан печи снизу и движутся навстречу земле, сыпавшейся по тарелкам сверху вниз.

Система противотока газов и земли в вертикальных печах с точки зрения использования топлива является лучшей по сравнению с системой параллельного потока (в горизонтальных печах). Поэтому расход топлива в вертикальных печах (противоток) при земле средней влажности получается 30—75 кг на 1 т земли, а в горизонтальных печах (параллельный поток) он составляет 75—100 кг/т.

Тем не менее для сушки свежих земель, содержащих глину, в особенности полужирных и жирных, противоток является вредным с точки зрения качества земли. Дело в том, что глинистое вещество при нагреве его до температуры выше 350—400° теряет не только ту воду, которая примешана к нему механически и которую мы стремимся удалить при сушке, но также и воду, входящую в химический состав глины. А при потере этой химически связанной воды глина теряет свои связующие свойства, т. е. портится.

В случае противотока горячие газы из топки входят в ту часть печи, где земля уже сухая, и легко могут перегреть ее и пережечь имеющуюся в ней глину. При параллельном же потоке горячие газы из топки, входя в печь, соприкасаются с наиболее влажной, еще невысушенной землей. А такую влажную землю перегреть гораздо труднее, потому, что в ней много воды, и прежде чем земля перегреется, из нее должна испариться вода, а на испарение воды расходуется теплота, которая берется от газов, и газы становятся холоднее. Таким образом большая влажность земли предохраняет ее от сильного перегрева. Поэтому печи с параллельным потоком (горизонтальные) более пригодны для сушки глинистых земель.

Нормы производительности механических печей для

сушки земель зависят от размеров печей (их диаметра и длины), от числа оборотов вала (вертикальная печь) или барабана (горизонтальная печь), а также от влажности земли до и после сушки. В табл. 21 приведены нормы производительности горизонтальных, а в табл. 22 — вертикальных печей для свежих земель при сушке их с уменьшением содержания влаги на 5% при непрерывном их питании свежей землей.

Таблица 21

Производительность горизонтальных сушильных печей для свежей земли

Диаметр барабана м	Длина барабана м	Число оборотов мин.	Производительность т/час	Потребная мощность л. с.
1,2	4	0,8	1,0	
1,2	6	1,0	1,5	
1,2	8	1,5	2,0	
1,2	12	2,0	3,0	

Таблица 22

Производительность вертикальных сушильных печей для свежей земли

Размеры печи в плане м	Высота печи м	Производительность т/час	Потребная мощность л. с.
1,8 × 1,8	4,7	1,2	1,8
1,8 × 1,8	5,2	2,0	2,2
2,2 × 1,8	7,5	3,0	3,5
2,2 × 2,2	8,8	4,0	5,0

При пуске в действие механической (горизонтальной или вертикальной) печи прежде всего необходимо убедиться, что в самой печи не осталось от предыдущей сушки земли другого сорта, чем та, которую собираются сушить. Если осталась земля другого сорта, то ее надо выпустить, включив механизм вращения печи, и подождать, когда из выходного желоба перестанет высыпаться эта земля.

Затем необходимо развести топку, и когда топка будет разведена полностью, надо включить вращение печи, и лишь после этого пустить в печь влажную землю, подлежащую сушке, включив соответствующий фидер.

Фидером называется устройство, подающее непрерывно свежую землю в печь (или в другой агрегат непрерывного действия) с определенной скоростью или подачей в единицу времени. Подробно вопрос о фидерах рассматривается ниже, в разделе об обслуживании рабочего места.

При прекращении сушки нужно прежде всего выключить механизм фидера (аппарата, подающего непрерывно влажную землю в печь). Если в следующую смену эта печь будет работать на земле того же сорта, то топку можно сейчас же прекратить и остановить механизм вращения печи. Если же в следующую смену должна пойти другая земля, то после выключения фидера надо дожидаться, когда имеющаяся в печи земля вся из нее выйдет, и лишь тогда включать механизм вращения печи и прекращать топку.

Земледел, обслуживающий непрерывную механическую печь для сушки свежей земли, должен обращать внимание на следующие моменты:

1. Следить за топкой. Необходимо, чтобы топка все время топилась ровно. Если она на твердом топливе, то надо поддерживать все время ровный слой топлива на колосниках, если на жидком топливе — следить за тем, чтобы форсунка давала ровное пламя.

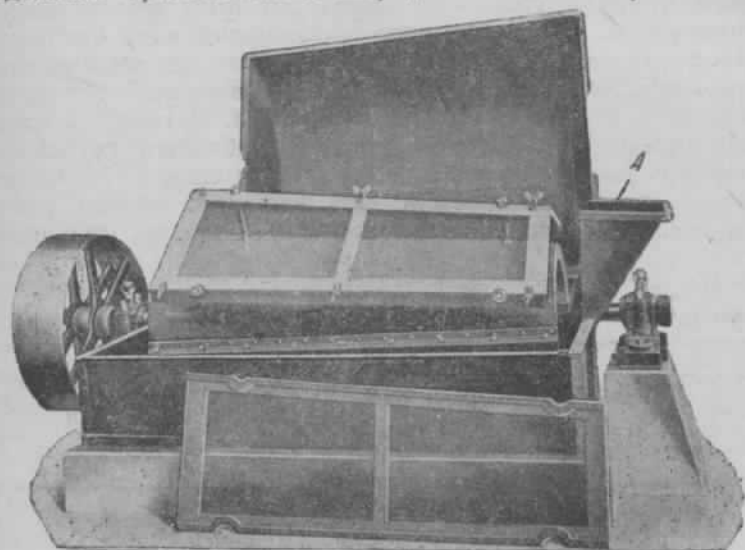
2. Следить за непрерывной подачей сырой земли в сушило (за бесперебойной работой фидера).

3. Следить за смазкой механизма печи.

4. Следить за влажностью сухой земли, вытекающей из печи. Лучше всего для этого пользоваться лабораторными испытаниями. Лаборант должен через определенное время приходить и брать пробу для испытания на влажность и сообщать результаты испытания. Однако при работе на одном и том же сорте земли нетрудно научиться узнавать влажность ощупью, хотя такой контроль и менее точен и может иметь ценность лишь как дополнительный к лабораторным испытаниям.

Второй операцией по предварительному приготовлению свежих формовочных земель является просеивание. Обычно для просеивания формовочных земель и песков применяются барабанные сита. На фиг. 42 показано устройство такого сита. Оно представляет шестигранный барабан, вращающийся на валу. Барабан этот состоит из

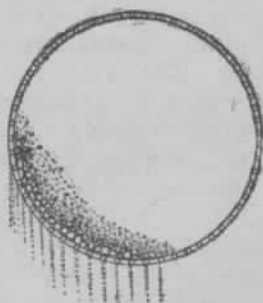
шести рам с натянутой в них сеткой. На фигуре показана отдельная приставленная спереди около сита рама. Рамы



Фиг. 42. Барабанное сито шестигранного сечения.

закрепляются на остоле барабана винтами с барашками. Сверху сито закрывается железным кожухом, так как при просеивании образуется пыль.

Барабан сита открыт с обоих концов. Один конец барабана при этом уже другого. Земля непрерывно насыпается в воронку А, находящуюся у узкого конца барабана. Из этой воронки через узкий конец барабана земля проходит внутрь сита, и при вращении его проваливается через сетку и падает вниз в ящик или в бункер, находящийся под ситом. Комья земли и посторонние предметы, которые не могут пройти сквозь сито, выходят через левый широкий открытый конец сита и собираются отдельно.



Фиг. 43. Работа круглого барабанного сита.

Барабанные сита бывают шестигранного и круглого сечений. На фиг. 43 показан поперечный разрез круглого барабанного сита в работе. Мы видим внутри сита землю, которая при вращении сита просеивается. Шестигранные сита

имеют более высокую производительность при тех же размерах, потому что там при вращении сита земля пересыпается с одной грани на другую, и получаются как бы встряхивания, отчего процесс просеивания идет быстрее.

Производительность барабанного сита при данном числе оборотов и данных размерах барабана зависит от тонкости сетки сита, т. е. от размера ячеек сита. В табл. 23 приведены данные производительности барабанных сит шестиугольного сечения при размерах ячейки сита 6×6 мм при просеивании горелой земли. Для влажной, свежей, глинистой земли производительность будет, понятно, меньше.

Таблица 23

Производительность барабанных сит

Диаметр барабана мм	Длина барабана мм	Производитель- ность м ³ /час	Потребная мощность л. с.
450/600	1000	6	0,5
500/800	1200	8—9	0,75
600/900	1500	12	1,0

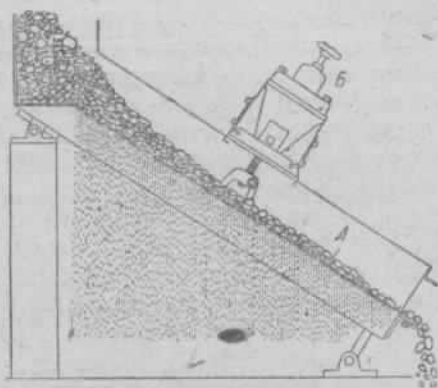
При пуске в ход сита — как барабанного, так и другой конструкции, — необходимо сначала включить механизм, приводящий сито в движение, а затем уже начать давать на сито землю.

При обслуживании сита земледел должен следить за целостностью сетки сита. При прорыве сетки нужно немедленно остановить агрегат и сменить сетку или заделать прорванное место. Кроме того, земледел должен следить за тем, чтобы отверстия сита не были забиты (засорены) землей, так как от этого снижается производительность. Сетка забивается обыкновенно лишь у мелких (частых) сит на свежей глинистой земле. Засоренную сетку сита нужно или сменить или прочистить.

Кроме барабанных в последнее время получили распространение вибрационные сита, особенно удобные для просеивания свежих глинистых земель. На фиг. 44 показана схема действия вибрационного сита. Сетка А натянута на раме, стоящей в наклонном положении. При помощи вибратора Б эта сетка, соединенная с вибратором

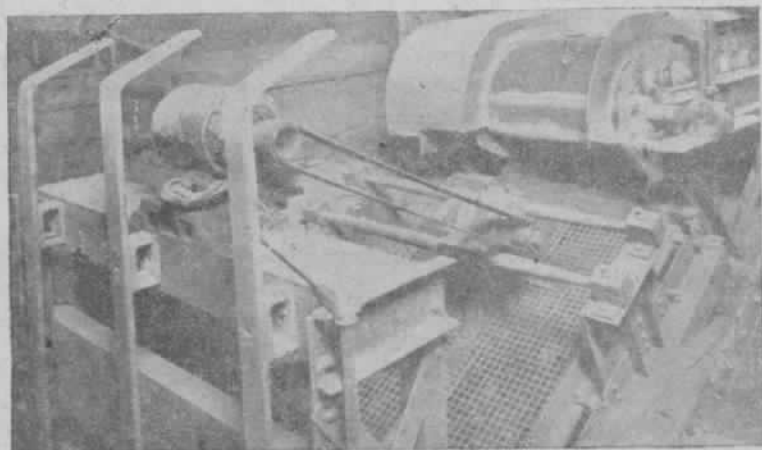
болтом, приводится в частое сотрясение, отчего насыпанный сверху на сетку песок или земля просеивается сквозь нее и падает вниз, как показано на фигуре. Крупные комья, не прошедшие через отверстия сетки, падают с нижнего края через борт сита и собираются отдельно.

Вибратор *Б* у сита, показанного на фиг. 44, электрический. Он работает по принципу электрического звонка. На фиг. 45 показано вибрационное сито с вибратором, приводимым в сотрясение от мотора с помощью ременной передачи.



Фиг. 44. Работа вибрационного сита.

Для просеивания свежей земли после сушки, в особенности мелкозернистой и сильно глинистой (жирной),



Фиг. 45. Вибрационное сито в земледелии.

больше подходят вибрационные сита, чем барабанные, хотя в настоящее время употребляются и для этой цели больше барабанные сита.

При просеивании на барабанном сите непосредственно около самой поверхности сетки собираются крупные комочки, а мелкая земля располагается поверх них (фиг. 43). Это затрудняет просеивание и уменьшает производительность сита. Использование поверхности сетки в барабанном сите небольшое, потому что непосредственно на просеивании в каждый момент работает лишь небольшая доля поверхности сетки, остальная часть, как показано на фиг. 43 пунктирной стрелкой, полезной работы не несет.

При просеивании на вибрационном сите (фиг. 44) крупные комья собираются не у поверхности самой сетки, а сверху; у сетки же собираются мелкие частицы земли, которые быстро просеиваются. Всякий может убедиться в таком распределении материала с разной зернистостью при частом встряхивании сита. Если в ручное сито насыпать мелких камешков в смеси с песком и встряхивать сито в руках вверх и вниз, то камешки соберутся сверху. Благодаря подобному распределению земли и комьев на вибрационном сите процесс просеивания идет на нем быстрее чем на барабанном сите. Использование поверхности сита здесь также больше, так как в просеивании участвует вся поверхность вибрационного сита.

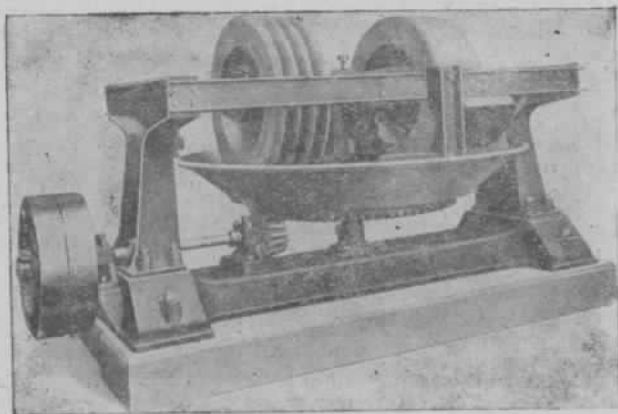
Преимущества вибрационного сита особенно заметны при просеивании жирных глинистых земель. В такой земле после сушки имеется много комьев, и кроме того, жирные земли обычно очень мелкозернисты и просеивание их ведется через частые сита, так что вопросы скорости просеивания здесь приобретают большое значение. Для просеивания чистого песка и горелой земли, которая не требует частого сита (обыкновенно размер ячеек берется 6×6 мм) и не содержит большого количества комьев; стандартным ситом в настоящее время принято барабанное. Барабанные шестигранные сита изготавливаются у нас на заводе «Красная Пресня» (Москва), который изготавливает оборудование для литейных цехов.

При просеивании свежей земли не прошедшие сквозь сито комья надо разминать, с тем чтобы после разминания их просеять. Разминание комьев производится на бегунах.

На фиг. 46 показаны бегуны, изготавливаемые заводом «Красная Пресня». Два тяжелых катка посажены вольно на горизонтальной оси. Катки опираются на дно круглой чугунной чаши, которая вращается с помощью приводного шкива и зубчатой передачи. При вращении чаши катки увлекаются ее дном и тоже вращаются вокруг своей оси,

как бы бегая по дну чаши. Насыпанные в чашу комья земли при вращении чаши попадают под катки, которые их и разминают. Чтобы лучше происходило разминание крупных комьев, один каток делается ребристым, а другой гладким.

Бегуны обыкновенно работают так, что в чашу засыпается определенная порция земли и там обрабатывается катками некоторое время. Затем земля с помощью плужка, вставляемого во вращающуюся чашу, высыпается через край чаши, а в чашу снова засыпается следующая порция земли.



Фиг. 46. Бегуны дробящего типа.

При такой периодической работе производительность бегунов будет зависеть от времени обработки одной порции земли, от времени, необходимого на завалку и выгрузку этой порции, и от величины порции земли (емкости чаши).

Бегуны, изображенные на фиг. 46, имеют емкость чаши (величину порции земли) $0,4 \text{ м}^3$. При ручной завалке (лопатой, носилками или ведрами) производительность их получается в пределах $2\text{--}3 \text{ м}^3/\text{час}$. Если для завалки применить специальные мерники или дозаторы, которые наполняются в то время, когда в бегунах находится предыдущая порция земли, то время на завалку сильно сократится. Как только предыдущая порция земли удалена из чаши, дозаторы с новой порцией быстро опорожняются в бегуны, и они снова могут обрабатывать землю. С помощью применения дозаторов производительность бегунов можно увеличить по крайней мере вдвое. Подробно вопрос о доза-

торах будет разобран ниже, в разделе об обслуживании рабочего места.

Разминающие глину бегуны связываются с ситом для просеивания свежей земли после сушки соответствующими транспортными устройствами таким образом, что не прошедшие через сито комья непрерывно сыпаются в бегуны, а оттуда после разминания непрерывно подаются снова в сито. Бегуны при этом работают уже как машина непрерывного действия. Комья земли поступают непрерывно в центр чаши, разминаются катками и направляются неподвижными плужками к краю чаши, где они через отверстие в чаше непрерывно сыпаются наружу. Земля из сушилки при этом подается транспортером в сито. При обслуживании комбинированного агрегата (бегуны с ситом) для свежей земли земледельца должен следить за ситом (см. раньше), в части же обслуживания бегунов, работающих здесь как непрерывная машина, необходимо лишь следить за смазкой (в масленках всегда должно быть масло).

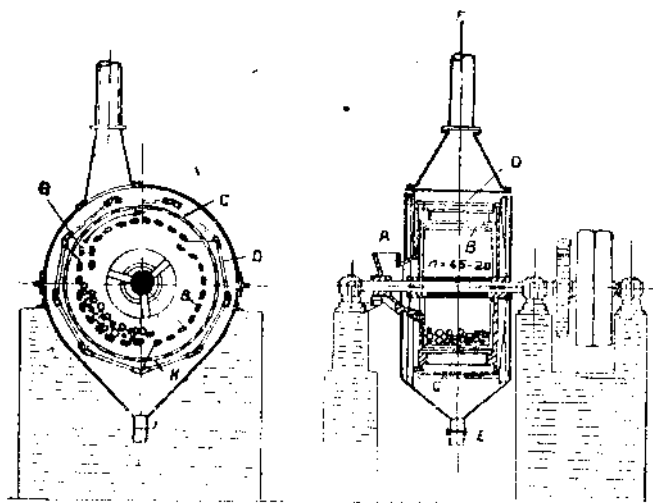
Для размалывания в порошок каменного угля, а также глины после сушки применяются мельницы. Мы здесь познакомимся с устройством шаровой мельницы, наиболее распространенной в наших литейных и изготавливаемой заводом «Красная Пресня».

На фиг. 47 показаны поперечный и продольный разрезы шаровой мельницы. Она представляет вращающийся на горизонтальном валу барабан, набранный из стальных пластинок *B*, с зазорами между этими пластинками. Уголь в кусках загружается внутрь шаровой мельницы через воронку *A*. Внутри мельницы имеются наложенные туда стальные шары, которые при вращении мельницы и раздробляют уголь. Чтобы шары лучше ударялись о куски угля при вращении мельницы, стальные пластинки *B*, из которых составлен барабан, расположены так, что они образуют для шаров три трамплина, с которых шары при перекатывании прыгают и ударяются в куски угля.

Размолотый уголь через зазоры между пластинками *B* просыпается вниз и просеивается последовательно через два барабанных сита *C* и *D*, которые вращаются вместе с мельницей. При этом сито *C* — редкое и является предохранительным, защищающим от попадания крупных кусочков угля на частое главное сито *D*. Прошедшая сквозь оба сита мелкоразмолотая пыль собирается на дне воронки под мельницей и через отверстие *E* сыпается в подставленный мешок.

Не прошедшие сквозь первое и второе сита кусочки угля с помощью лопаток *К* при вращении мельницы поднимаются вверх и сыплются по этим лопаткам через широкие зазоры между пластинами обратно внутрь мельницы для дополнительного размалывания. Снаружи мельница одета кожухом из листового железа, из которого производится отсос, чтобы пыль не распространялась в помещении.

Выше, при рассмотрении роли каменноугольной пыли в земле мы отмечали необходимость тонкого помола угля,



Фиг. 47. Шаровая мельница.

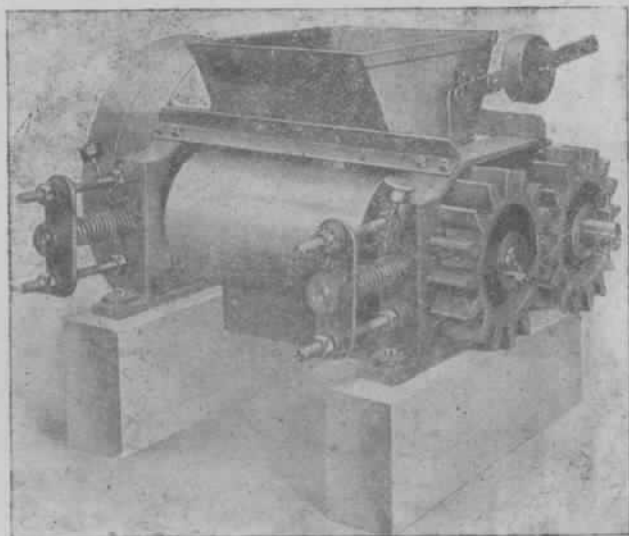
поэтому наружное сито, которое ставится в шаровую мельницу, должно быть с очень маленькими отверстиями. Такие отверстия очень часто засоряются, а сита иногда рвутся, поэтому при обслуживании шаровой мельницы необходимо особенно тщательно следить за целостью сит. Порванное сито нужно немедленно сменить, сито же, забитое углем, необходимо тщательно прочистить, так как иначе будет снижена производительность мельницы.

В наших земледелках очень часто несколько шаровых мельниц работает от одной трансмиссии и приводится с помощью ременной передачи. При ослаблении натяжения и при соскакивании ремня со шкивов ни в коем случае нельзя надевать руками ремень на шкив на ходу. При одевании ремня на ходу очень легко может руку или часть одежды (например рукав и пр.) затянуть между шкивом и

ремнем, или замотать на вал. При этом получают несчастные случаи, иногда даже со смертельным исходом. Поэтому не надевать ремень на ходу — это правило надо твердо запомнить и строго выполнять при обслуживании машин, имеющих ременные передачи или привод.

5. Переработка горелой земли

Предварительная переработка горелой земли заключается, как мы уже знаем, в магнитной сепарации и просеивании. Для земли, выбиваемой из сырых форм, эти опе-



Фиг. 48. Вальцы для разминания комьев.

рации можно производить прямо после выбивки земли и транспортирования ее в земледелку. Земля для сухих форм после выбивки имеет довольно твердые комья, которые нужно разминать, прежде чем пускать землю на магнитную сепарацию.

Для разминания комьев горелой земли служат вальцы, показанные на фиг. 48. Эти вальцы гладкие; они вращаются в противоположные стороны с помощью шестерен, насаженных на концах их валов. Земля загружается в воронку, находящуюся сверху над валками, попадая между

ними, разминается и падает вниз. Если между вальцами попадет какой-нибудь твердый предмет, который они не могут раздробить, например кусок литника, то один валок, ближайший к нам на фигуре, отходит, образуя между вальками зазор, в который и проходит этот твердый предмет. После этого отошедший валок снова прижимается к другому с помощью двух пружин А, нажимающих на его подшипник. Такое устройство предохраняет вальцы от поломки.

Вальцы ставятся перед магнитным сепаратором для земли, выбитой из сухих форм. Для земли, выбиваемой из сырых форм, вальцы обыкновенно не применяются.

Производительность гладких вальцов приведена в табл. 24.

Таблица 24

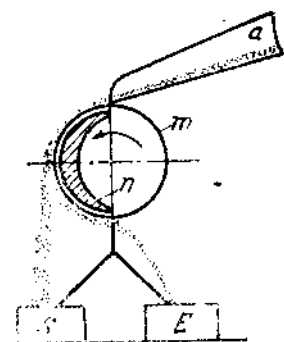
Производительность гладких вальцов

Диаметр мм	Длина мм	Производи- тельность м ³ /час	Потребная мощность л. с.
300	300	2,5	1,5
300	500	8	3
300	1100	20	5—6

Магнитная сепарация горелой земли, т. е. отделение от нее металлических магнитных (чугунных, стальных и железных) частей, производится при помощи магнитных сепараторов, главной частью которых является электромагнит. Электромагнит представляет железный сердечник с намотанной вокруг него изолированной проволокой. При пропускании по этой проволоке постоянного электрического тока электромагнит может притягивать к себе железные (стальные) части, как бы выбирая их из земли.

На фиг. 49 показана схема устройства простейшего барабанного сепаратора для очистки формовочной земли. Латунная оболочка *т* барабана вращается, как показано стрелкой, а электромагнит *п* остается внутри ее неподвижным. Сверху по желобу *а* на вращающуюся оболочку барабана непрерывной струей подается горелая земля, которая ссыпается с барабана и попадает в место *б*; железные же части, находящиеся в земле, притягиваются на расстоянии

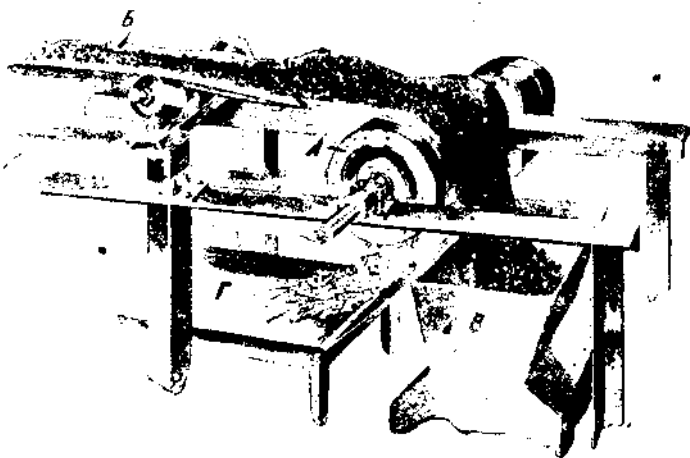
через латунную оболочку и воздушный зазор электромагнитом Π и как бы пристаёт к оболочке барабана, отклоняясь от общего потока земли и поворачиваясь вместе с барабаном. Когда магнитные части повернутся вместе с барабаном примерно до нижней точки окружности барабана, они начинают падать вниз, потому что здесь за дальностью расстояния электромагнит их почти уже не притягивает.



Фиг. 49. Схема действия барабанного магнитного сепаратора.

Таким образом производится разделение потока земли на две части — магнитную и немагнитную. Немагнитная земля падает в место S, а магнитные части — в место E.

Часто магнитный сепаратор в современных земледельческих системах устанавливается иной конструкции, в виде шкива, который ставится как концевой шкив ленточного транспортера. На фиг. 50 показана установка такого магнитного сепаратора на конце ленточного транс-



Фиг. 50. Магнитный сепаратор в виде шкива.

портера, подающего горелую землю в земледельку.

Шкив A вращается с помощью передачи от мотора. Внутри шкива смонтирован электромагнит, который вращается

здесь вместе со шкивом и занимает всю внутреннюю полость шкива. Прорезиненная замкнутая лента *Б* огибает шкив и уходит к другому концу транспортера, где она огибает уже не магнитный, а обыкновенный шкив. На верхней ветви ленты передается в земледелку горелая земля.

Земля переваливается через шкив *А* при огибании его лентой и сыпается. Магнитные части, находящиеся в земле, притягиваются электромагнитом, имеющимся в шкиве, и задерживаются, прижимаясь к ленте и перемещаясь вместе с ней, пока лента не сходит со шкива. Дальше, с отдалением ленты от шкива, магнитные части отрываются от ленты и падают вниз в место *Г*.

В табл. 25 приведены данные производительности барабанных магнитных сепараторов, а в табл. 26 — данные производительности магнитных шкивов.

Таблица 25

Производительность барабанных магнитных сепараторов

Диаметр мм	Длина мм	Производительность м ³ /час
200	340	2,3
200	740	6,4
300	1100	12,0

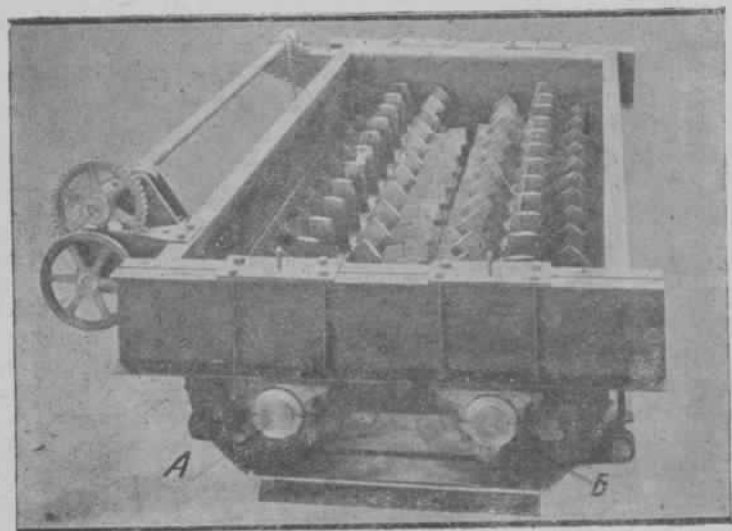
Таблица 26

Производительность магнитных шкивов

Диаметр мм	Длина мм	Производительность м ³ /час
300	340	13
300	440	17
300	650	27
300	950	40

Аппарат для отделения пыли от горелой земли (веялка) изображен в разрезе на фиг. 51. Земля непрерывно по-

мешана путем многократного перелопачивания. Полной равномерности смеси можно было достичь только после 310-кратного перелопачивания, в то время как такая степень равномерности смеси достигается при машинном перемешивании на современных смешивающих машинах очень быстро. При небольшом числе перелопачиваний, как это делается при ручном смешивании в небольших литейных, смесь получается, конечно, очень неравномерной, что сильно снижает ее качество. Следовательно, механизация смешивания сильно облегчает работу, ускоряет процесс и



Фиг. 52. Двойной лопаточный смеситель.

повышает качество смеси. В современных литейных для смешивания составных частей формовочных и стержневых смесей применяются два типа агрегатов — лопаточные смесители и бегуны Симпсона.

На фиг. 52 показан лопаточный смеситель для формовочных смесей. В железном корыте вращаются в противоположные стороны два вала А и Б. На этих валах насажено большое количество стальных лопаток (лопастей), которые при вращении валов перемешивают землю в корыте. Эти лопатки посажены на валах таким образом, что они повернуты несколько под углом; при вращении валов они не только перемешивают землю, но и постепенно передают ее

вдоль корыта с одного конца к другому. Составные части смеси непрерывно засыпаются в одном конце корыта, а готовая смесь выходит непрерывно с другого конца через отверстие, имеющееся на дне корыта на этом же его конце. Необходимая для увлажнения смеси вода подается обыкновенно по трубке, имеющей много просверленных мелких отверстий, через которые вода вытекает в корыто. Чтобы давать нужное количество воды и получить правильную влажность смеси, около этой трубки ставится контрольный водомер, показывающий количество протекающей по трубке воды.

Лопаточный смеситель представляет машину непрерывного действия, поэтому легко может быть включен в непрерывно действующую земледельную систему. Он применяется лишь для смесей, которые содержат небольшое количество добавок глинистых веществ, потому что качество смешивания на этом агрегате не столь высокое, как на бегунах Симпсона. Если в смесь добавляется чистая глина или жирные земли, то лопаточный смеситель недостаточно хорошо их перемешивает с основной массой земли. Большей частью лопаточные смесители ставятся в земледелках смесей для сырых форм, главным образом для наполнительной земли, а отчасти также для общей формовочной земли и для стержневых смесей на специальных жидких связующих. Для облицовочных земель и для стержневых смесей на глинне лучше ставить бегуны Симпсона.

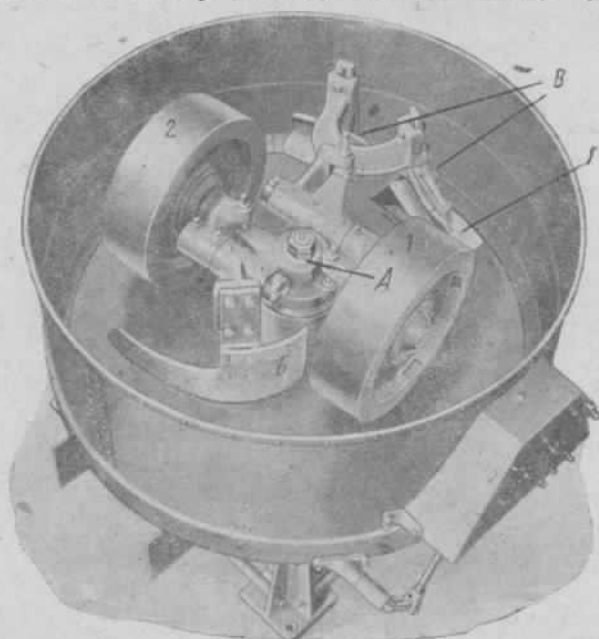
Лопаточные смесители, которые служат для формовочных смесей, обыкновенно делают с двумя валами (двойные), такие, как показано на фиг. 52. Для стержневых масляных смесей ставят одинарные лопаточные смесители, с одним валом в корыте.

Бегуны Симпсона являются в настоящее время наиболее совершенным и универсальным смешивающим аппаратом для формовочных и стержневых земель, хотя они и требуют для приведения их в действие гораздо большей мощности мотора, чем лопаточные смесители. Устройство бегунов Симпсона видно на фиг. 53. Они представляют неподвижную чашу с двумя гладкими катками, которые вращаются около вертикальной оси А. В то же время катки, увлекаясь трением о землю, насыпанную в чаше, вращаются каждый около своей горизонтальной оси.

В отличие от обыкновенных бегунов дробящего типа, описанные выше катки бегунов Симпсона приподняты над дном чаши на расстояние, которое можно регулировать. Поэтому бегуны Симпсона не дробят зерна песка, а только

перемешивают составные части смеси. Кроме того, каток бегунов может приподниматься, если под него попадет какое-нибудь твердое тело, потому что каждый каток посажен на коленчатом рычаге или кривошипе, как видно на фигуре.

Устройство катков показано отдельно на схеме фиг. 54. Каток 1 вращается на пальце 3, который закреплен в кривошипе 4. Этот кривошип опирается во вращающейся на вертикальной оси бегунов головке 6 на пальце 5, и таким



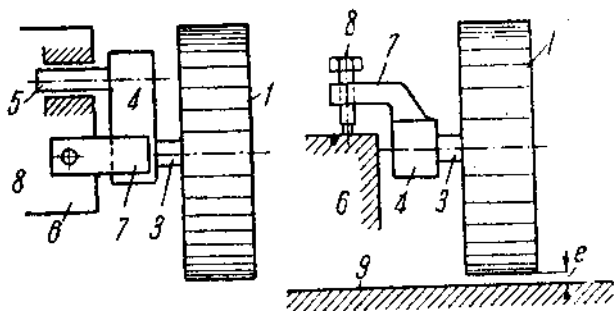
Фиг. 53. Смешивающие бегуны Симпсона.

образом, каток может приподниматься над дном чаши 9, поворачивая кривошип 4 около пальца 5. Чтобы регулировать зазор между катком и дном чаши, к кривошипу 4 прилит кронштейн 7. Завинчивая болт 8, упирающийся в головку 6, мы приподнимаем каток больше над дном чаши. Чтобы направлять все время землю под катки, имеются плужки, которые тоже вращаются около вертикальной оси А вместе с катками. Плужок Б все время направляет землю под каток 2, а плужки В — под каток 1 (фиг. 53).

Составные части смеси загружают сверху в чашу бегунов порциями. После загрузки одного замеса производится

перемешивание этого замеса, затем готовый перемешанный замес выбрасывается из чаши бегунов, и загружается следующий замес. Таким образом бегуны Симпсона являются смесителем периодического действия.

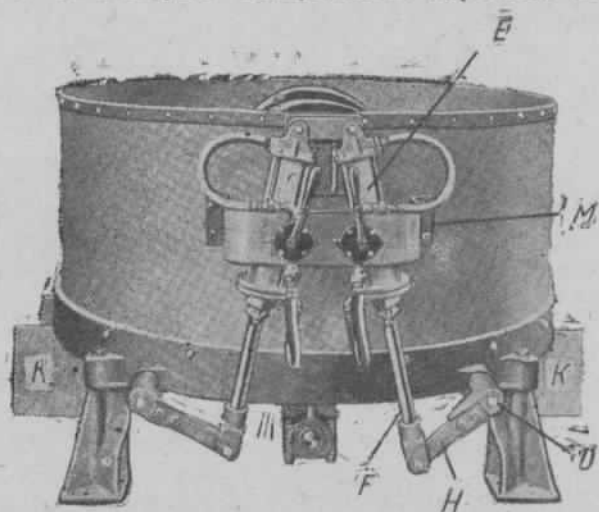
Для разгрузки готового замеса из чаши бегунов служит отверстие Г, закрывающееся во время загрузки составных частей замеса и их перемешивания. Для разгрузки отверстие Г открывают, причем вращение бегунов не останавливают (загрузку нового замеса обыкновенно тоже делают, не останавливая бегунов). При продолжающемся вращении бегунов готовая смесь выбрасывается плужками через отверстие Г наружу.



Фиг. 54. Устройство катков у бегунов Симпсона.

В бегунах Симпсона имеются две разгрузочные дверки Г, расположенные в дне чаши с двух противоположных сторон. Обыкновенно, однако, пользуются одной дверкой. Эти разгрузочные дверки можно открывать и закрывать вручную, но лучше если бегуны снабжаются специальным пневматическим устройством для открывания и закрывания этих дверок. Устройство это показано на фиг. 55. Здесь бегуны имеют два совершенно одинаковых устройства — одно для правой, а другое для левой дверки. Рассмотрим устройство для правой дверки. Буквой D обозначена ось дверки, на которой она может поворачиваться. Сбоку на борту чаши бегунов имеется пневматический цилиндр E, поршень которого с помощью штока F и рычага H может поворачивать ось дверки. Поворачивая рукоятку M крана, подводящего воздух в цилиндр E, мы открываем или закрываем разгрузочную дверку. Земля из чаши бегунов при открытой разгрузочной дверке высыпается наружу по короткому желобу K. У левой дверки имеется такой же желоб.

При установке бегунов Симпсона в непрерывно действующей земледельной системе для загрузки в них составных частей смеси приходится применять приспособления в виде мерных воронок, или дозаторов, устанавливаемых над чашей. Пока в бегунах происходит смешивание замеса, в мерные воронки из находящихся над ними бункеров насыпаются составные части смеси в нужном для одного замеса количестве, которое отмеривается объемом этих мерных воронок. После выбрасывания изготовленного замеса из чаши бегунов отмеренные в воронках части смеси



Фиг. 55. Пневматическое устройство для разгрузочных дверок бегунов Симпсона.

засыпаются в чашу бегунов для следующего замеса. Таким образом затрата времени на завалку составных частей смеси в бегуны получается небольшая. Чаще всего такие дозаторы устраиваются для горелой земли, которой идет в смесь наибольшее количество. Лучше иметь такой же дозатор и для свежих материалов, которые можно предварительно перемешать в нужных пропорциях на других бегунах и подавать в бункер над главными бегунами уже в перемешанном виде. Если дозатора для свежих материалов нет, то их приходится засыпать в чашу бегунов ведрами, что часто отнимает много времени и понижает производительность и использование бегунов.

Если бегуны Симпсона стоят в непрерывно действующей земледельной системе, то разгрузка готового замеса из

чаши бегунов производится через отверстие в днище чаши непосредственно на ленточный транспортер, проходящий под этим отверстием. Один такой разгрузочный транспортер может обслужить несколько стоящих рядом бегунов.

При установке бегунов не в земледельной системе, а в виде отдельно стоящего агрегата, например для изготовления стержневых смесей, для удобства завалки составных

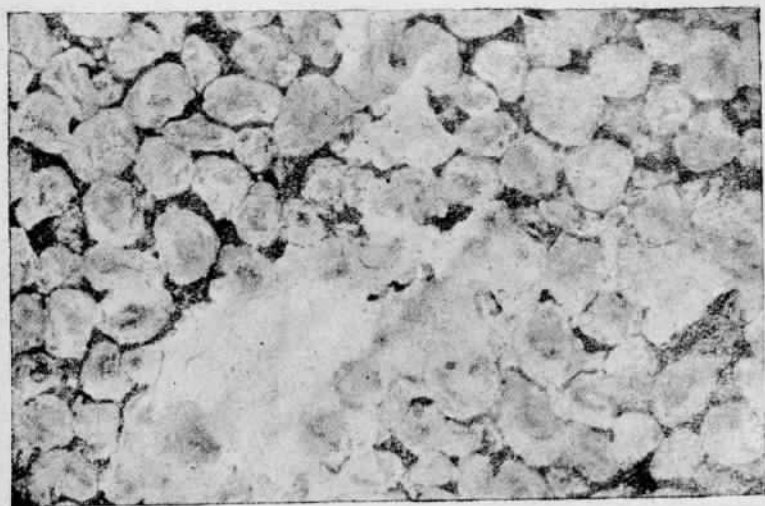
частей смеси лучше всего пристраивать к ним скиповый подъемник. Бегуны Симпсона со скиповым подъемником показаны на фиг. 56. Этот подъемник имеет железную бадью в виде лотка, которая может подниматься для разгрузки ее содержимого в чашу бегунов в положение, показанное на фигуре. Затем хвост бадьи опускается вниз, и в нее можно ведрами насыпать составные части для следующего замеса, пока данный замес перемещивается в бегунах.

Качество смешивания в бегунах Симпсона получается очень равномерным и хоро-

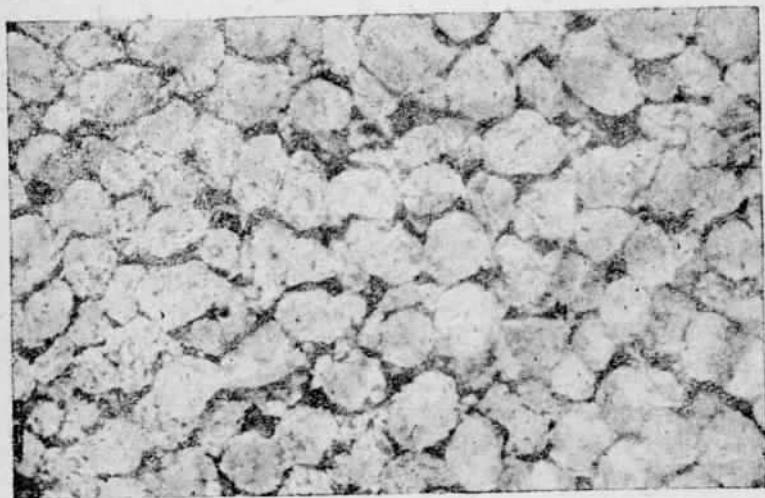
Фиг. 56. Бегуны Симпсона со скиповым подъемником.

шим. Бегуны Симпсона хороши и для тощих, и для жирных смесей, а также для всевозможных стержневых смесей; глина в смеси распределяется очень равномерно, и зерна песка оказываются после смешивания окруженными облочками из глины. На фиг. 57 показано увеличенное изображение недостаточно тщательно перемешанной формовочной смеси. Мы видим здесь неравномерное распределение глины, которая местами осталась не перемешанной с песком. На фиг. 58 показана та же смесь, равномерно перемешанная на бегунах Симпсона.

Благодаря более тщательному перемешиванию составных



Фиг. 57. Недостаточно тщательно перемешанная смесь.



Фиг. 58. Смесь, перемешанная на бегунах Симпсона.

частей смеси на бегунах Симпсона крепость смеси получается примерно на 20—30% выше чем при смешивании на других видах смесителей.

В СССР бегуны Симпсона изготавливаются заводом «Красная Пресня» в Москве. Этот завод изготавливает два размера бегунов: № 2 и 3. Емкость одного замеса бегунов № 2 составляет 0,3 м³ и бегунов № 3—0,6 м³, т. е. вдвое больше. Если бегуны Симпсона стоят в непрерывно работающей системе земледелки и для загрузки пользуются дозаторами, то время, необходимое для загрузки замеса, составляет всего около 1 минуты. При смеси (без разделения на облицовочную и наполнительную) можно считать нормальное время на один замес, равным 4 мин., считая загрузку, перемешивание и разгрузку замеса. Таким образом в час получим 15 замесов, и производительность бегунов № 2 при этих условиях будет 4,5 м³/час, а бегунов № 3 9 м³/час. Если не имеется дозаторов, и завалка замеса производится вручную, то и часовая производительность соответственно снижается.

Если на бегунах Симпсона смешивают не общую землю, требующую другой интенсивности перемешивания, то время на один замес и соответственно часовая производительность меняются. Так, при изготовлении облицовочной земли на один замес потребуется уже не 4, а 6—8 мин., а для ответственных сортов стержневой земли до 10 и даже до 12 минут.

При обслуживании лопаточного смесителя при изготовлении формовочной смеси земледел, помимо наблюдения за смазкой механизма, должен следить также за правильностью увлажнения. Землю, выходящую из смесителя, для контроля влажности ни в коем случае нельзя брать из корыта смесителя, так как при этом легко можно быть затянутым лопатками в корыто и искалеченным. Землю надо брать после смесителя из желоба, по которому она выходит из корыта. Контроль влажности должен быть лабораторный (пробу берет лаборант) и производственный (дополнительно самим земледелом наощупь). При неправильной влажности (слишком большой или слишком малой) надо регулировать краном приток воды в увлажняющую (душевую) трубку, имеющуюся над корытом смесителя.

При работе на смешивании масляного стержневого состава необходимо точно соблюдать порядок дачи в корыто масла и воды. Сначала завалить песок, затем дать масло и перемешать и только после этого дать воду (по мерке, так же как и масло) и снова перемешать смесь. Лопаточные

смесители для масляных смесей работают отдельными замесами, а не непрерывно. Надо сначала выпустить предыдущий замес из корыта и лишь после этого давать новую порцию песка.

Земледел-миксеровщик на бегунах Симпсона, работающих в непрерывной системе на изготовление формовочной земли, должен быть занят следующим. Следить за правильной влажностью смеси, пробуя каждый замес наощупь, в дополнение к лабораторному контролю. Здесь готовая смесь выбрасывается вниз из чаши обычно на ленту, спускаться с рабочей площадки к ленте за землей нерационально, поэтому приходится брать землю из чаши бегунов на ходу. Брать ее рукой, как это большей частью практикуется, нельзя, так как легко может произойти несчастный случай. Для этой цели надо пользоваться лопаточкой или ложкой на длинной ручке.

Кроме контроля влажности надо своевременно наполнять дозаторы (пока производится смешивание предыдущего замеса), а также следить, чтобы сначала был выброшен готовый замес из чаши, а затем уже даны из дозаторов новые порции для следующего замеса. Нужно, конечно, также следить за смазкой агрегата.

При работе без дозаторов, с загрузкой, например, ведрами или мерками, необходимо строго придерживаться заданной рецептуры замеса. При завалке в чашу составных частей замеса лучше сначала давать горелую землю и песок, затем глинистые свежие земли и после этого глину.

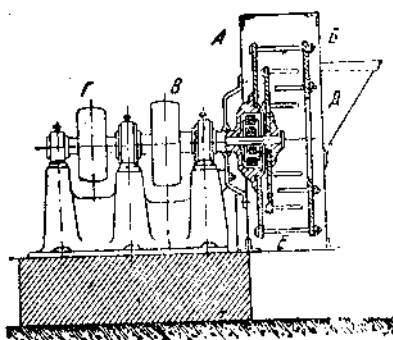
Если при контроле влажности (хотя бы наощупь) смесь получается явно сухой, надо добавить воды. Если же смесь получилась слишком влажной, следует доставить сухого песка, для чего у бегунов надо иметь ящик с таким сухим песком.

После того как смесь перемешана, необходимо дать ей вылежаться в течение нескольких часов. О значении вылеживания мы говорили выше. Вылеживание производится обыкновенно в больших хранилищах-бункерах, вмещающих 50—100 т смеси в зависимости от производительности земледелки. После вылеживания формовочные смеси для сырых форм должны быть разрыхлены. Для разрыхления применяют два типа машин — дезинтеграторы и аэраторы.

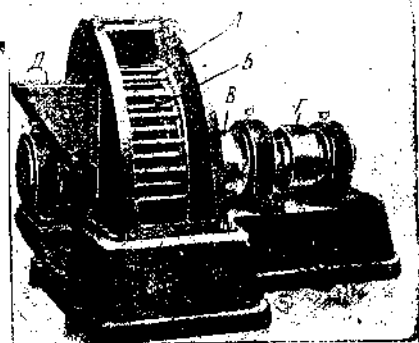
Устройство дезинтегратора показано на фиг. 59 и 60. На фиг. 59 показан продольный разрез дезинтегратора, а на фиг. 60 — его внешний вид с частично снятым кожухом. Разрыхление земли в дезинтеграторе производится с помощью железных пальцев, или штифтов, укрепленных на

вращающихся дисках. Земля, попадая на эти пальцы, как бы разбрызгивается ими и разрыхляется.

Внешний ряд штифтов посажен на одном диске, а следующий ряд на другом, вращающемся в сторону, противоположную вращению первого диска, причем вращение производится с большой скоростью. В дезинтеграторе, показанном на фиг. 59 и 60, имеются четыре ряда штифтов. Из них два ряда А укреплены на одном большем диске, а два ряда штифтов Б — на другом диске, вращающемся в другую сторону. Диск со штифтами А приводится во враще-



Фиг. 59. Разрез дезинтегратора.



Фиг. 60. Дезинтегратор.

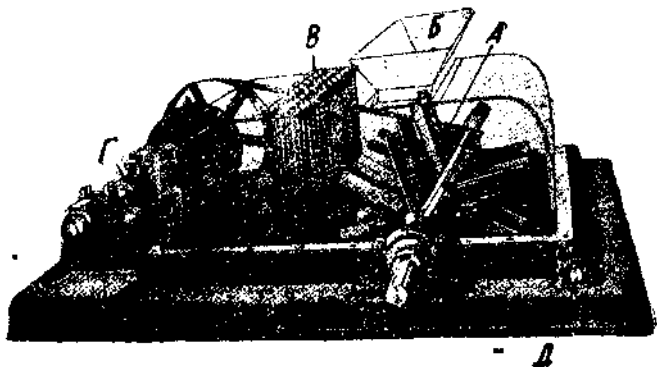
ние от шкива В, а другой диск — от шкива Г, причем вал этого диска проходит внутри полого вала другого диска.

Чтобы дискам придать вращение в противоположные стороны, на один шкив надевается открытый ремень, а на другой — перекрестный. Диски с пальцами (штифтами) вращаются внутри железного кожуха. Этот кожух снизу открыт. Земля непрерывно засасывается в дезинтегратор через воронку Д, разрыхляется в нем действием быстро движущихся в противоположные стороны штифтов и падает из кожуха вниз.

Дезинтеграторы дают очень хорошее качество разрыхления, но они строятся на небольшие производительности и поэтому применяются в сравнительно небольших литейных. У нас заводом «Красная Пресня» изготавливаются дезинтеграторы производительностью до 5 м³/час.

При большой производительности земледельки в качестве разрыхляющего аппарата ставится обыкновенно аэратор. Устройство аэратора показано на фиг. 61. Главной рабочей

частью аэратора является горизонтальный вал А с лопатками, вращающийся в железном кожухе. На фигуре этот железный кожух показан прозрачным, чтобы можно было видеть внутреннее устройство. Земля подается непрерывно в воронку кожуха Б и попадает прямо на вращающиеся на валу лопатки. Эти лопатки подхватывают землю и бросают ее на решетку, состоящую из железных прутьев, концы которых укреплены на верхней стороне кожуха. Ударяясь о железные прутья В, земля разрыхляется и падает вниз из кожуха, у которого дна не имеется. Чтобы земля не налипала на прутья В, весь кожух аэратора встряхивается,



Фиг. 61. Аэратор для разрыхления земли.

немного приподнимаясь при помощи кулачка, насаженного на валу Г, и затем падает вниз. При этом кожух поворачивается около оси Д; от таких встряхиваний прилипшая к прутьям и кожуху земля падает вниз.

Аэраторы имеют очень большую пропускную способность, но качество разрыхления в них хуже чем в дезинтеграторе. Завод «Красная Пресня» изготавливает аэраторы производительностью 40 м³/час.

7. Приготовление жирных глин и красок

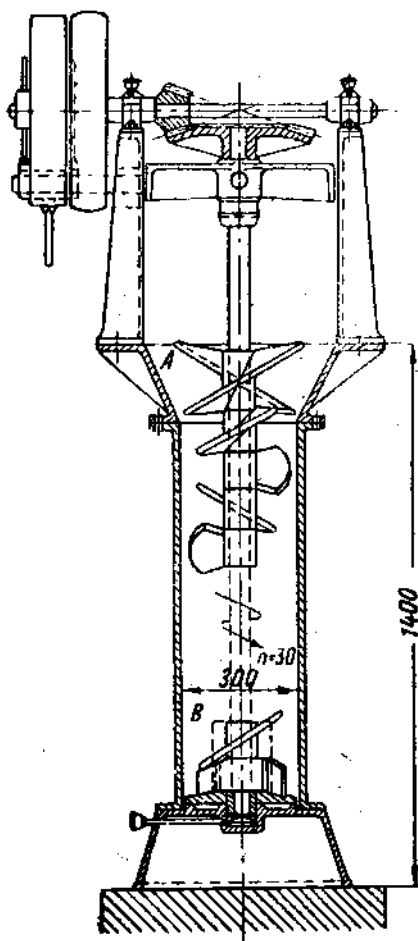
Приготовление формовочных красок и жирных глинистых смесей или глин, употребляющихся для формовки по кирпичу и по шаблону, заключается в смешивании их составных частей. Для жирных глин смешивание должно быть очень тщательным, причем здесь вместе со смешиванием необходимо перетиравание жирной смеси.

Для жирных глин применяются м е с и л ь н ы е м а ш и н ы, одна из которых, изготавливаемая заводом «Красная Пресня»,

показана на фиг. 62. Она представляет вертикальный вал с лопатками, вращающийся в чугунном кожухе диаметром 300 мм. Сверху через расширение кожуха А заваливаются

внутрь глиномялки составные части смеси. После перемешивания, не останавливая вращения вала, открывают имеющееся сбоку внизу отверстие В, через которое готовая смесь выгружается.

Для перемешивания формовочной краски служат краскомешалки. На фиг. 63 показана краскомешалка завода «Красная Пресня». Имеется бак, внутри которого на вертикальном валу вращается пропеллер, перемешивающий краску. Пропеллер посажен около дна бака; при своем вращении он поднимает осевший на дно графит и не дает ему снова оседать. Обычно краскомешалка вращается непрерывно, так как от постоянного перемешивания качество краски улучшается. Готовая краска берется по мере надобности через кран, имеющийся в дне бака.



Фиг. 62. Месильная машина для жирных глин.

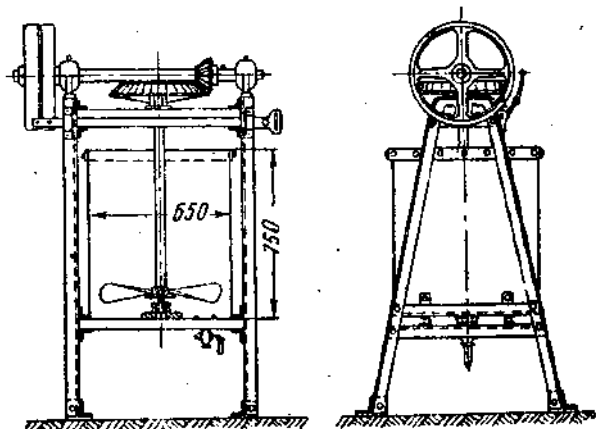
8. Транспорт формовочных земель

В случае приготовления формовочных смесей в центральной земледельке задача в нее горелой земли и

раздача готовых смесей к местам формовки производится механически. Рассмотрим наиболее часто применяющиеся для формовочных материалов механизированные транспортные средства.

Для перемещения земли вверх по вертикальному направлению; например для подъема земли внутрь земледелки в большой отстойный бункер, применяются ковшевые элеваторы.

На фиг. 64 показано внутреннее устройство ковшевых элеваторов. Справа показан ленточный, а слева — цепной элеваторы. Ленточный элеватор состоит из двух шкивов (верхнего и нижнего), на которые надета бесконечная (сшитая своими концами) прорезиненная лента. К этой ленте на равных расстояниях один от другого прикреплены ковши. Земля подается в элеватор внизу по желобу и попадает в



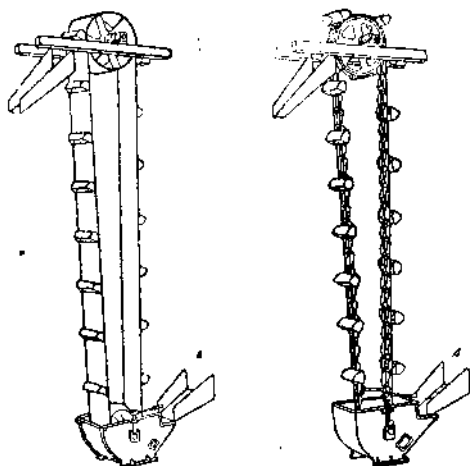
Фиг. 63. Краскомешалка.

нижний башмак или корыто элеватора, в котором вращается нижний шкив, и земля зачерпывается ковшами, поднимающимися вместе с правой ветвью ленты. Когда лента с ковшами огибает верхний шкив, то земля из ковшей высыпается в желоб. Таким образом земля поднимается элеватором с одного уровня на другой. На левой ветви элеватора пустые ковши, находящиеся теперь вверх дном, спускаются вниз снова в корыто элеватора.

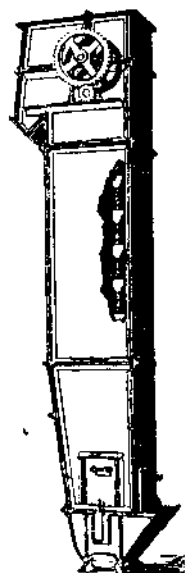
Цепной элеватор отличается от ленточного тем, что тяговым органом у него вместо ленты служит цепь, обычно стальная или из ковкого чугуна. Ленточные ковшевые элеваторы надежнее цепных, потому что цепи чаще рвутся. Для безопасности обслуживающего персонала, а также для предотвращения распространения пыли в помещении элеватор снаружи окружен железным кожухом. На фиг. 65 показан ковшевой элеватор в кожухе.

По сравнению с другими агрегатами, которые можно использовать для механического подъема земли, например с наклонными ленточными транспортерами, ковшевые элеваторы имеют то удобство, что они, поднимая землю прямо по вертикали, занимают мало места.

С элеваторами часто происходят аварии, обыкновенно обрыв ленты или соскакивание ее с верхнего шкива. Эти аварии могут срывать бесперебойную работу земледельной



Фиг. 64. Внутреннее устройство ковшевых элеваторов.



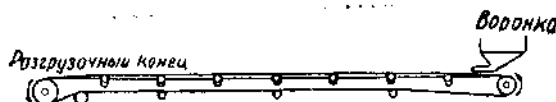
Фиг. 65. Ковшевой элеватор в кожухе.

системы, так как на ликвидацию такой аварии на большом элеваторе требуется не менее 1 часа. Поэтому в США избегают ставить элеваторы в земледельках, и если ставят их, то один, самое большее два во всей системе. Иногда для большей надежности рядом с каждым основным элеватором ставят второй, запасной.

Для раздачи готовой формовочной смеси к местам формовки часто применяют ленточные транспортеры. Схема ленточного транспортера показана на фиг. 66. Между двумя шкивами натянута бесконечная, сшитая своими концами, прорезиненная лента, которая движется при вращении шкивов подобно ремню в ременной передаче. Верхняя ветвь

ленты используется для передачи земли, которая на одном конце ленты непрерывно насыпается на нее через воронку, показанную на чертеже, а на другом конце ленты ссыпается с нее при огибании лентой шкива.

Чтобы на ленте поместилось больше земли и земля меньше сваливалась, верхняя ветвь ленты поддерживается



Фиг. 66. Схема ленточного транспортера.

роликами, поставленными так, что они придают ей форму желоба (фиг. 67). Эти ролики, кроме того, не дают верхней ветви ленты провисать под тяжестью земли. Нижняя, холостая ветвь ленты, тоже поддерживается роликами для предотвращения от провисания; эти ролики поставлены реже и не под углом, а горизонтально, так что нижняя ветвь ленты получается плоской.

Если требуется забирать землю с ленты с разных мест по ее длине, например в бункеры, устроенные над формовочными машинами, то разгрузка производится при помощи плужков, устанавливаемых над лентой против каждого бункера. Устройство плужков показано на фиг. 68. Мы видим здесь верхнюю ветвь

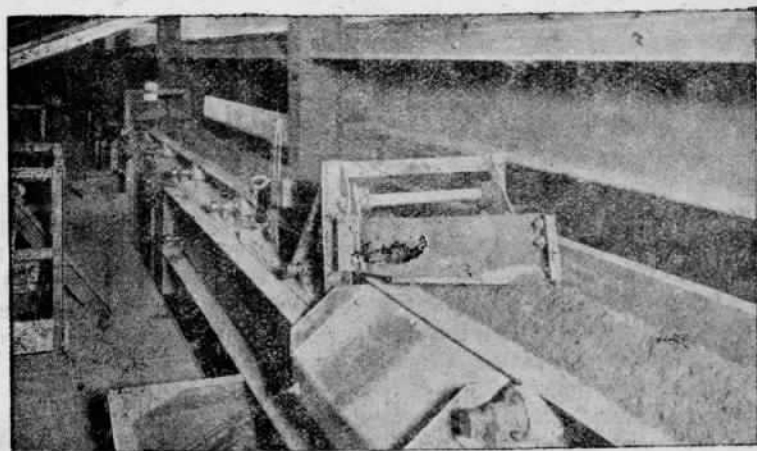


Фиг. 67. Поперечный разрез ленточного транспортера.

ленты, опирающуюся на поддерживающие ролики с землей на этой ленте. Над лентой устроены плужки, показанные на фигуре приподнятыми, так что при движении ее земля проходит под плужками. Если плужок опустить и прижать к ленте, то он будет соскребывать с нее землю, которая станет сваливаться в сторону, в стоящий рядом бункер. После того как этот бункер наполнится землей, плужок поднимают, и земля на ленте не будет уже здесь ссыпаться, а пойдет до следующего плужка. Наблюдает за наполнением бункеров

землей, опускает и поднимает плужки специальный рабочий, который переходит от одного плужка к другому по помосту, проложенному вдоль ленточного транспортера над бункерами. Он же следит за смазкой роликов ленты.

С помощью ленточного транспортера можно передавать землю не только по горизонтальному, но и по наклонному направлению, поднимая ее постепенно вверх. Наклонный



Фиг. 68. Устройство плужков.

ленточный транспортер, следовательно, может заменить элеватор, но только здесь для подъема нужно известное место и разбег, потому что угол подъема ленточного транспортера для земли берется не выше $22-23^\circ$, иначе земля с сильно наклонной ленты будет скатываться обратно вниз. По сравнению с элеватором наклонная лента работает гораздо надежнее; с ней на производстве наблюдается гораздо меньше аварий, чем с элеватором. Поэтому в земледелках, там где только позволяет место, нужно ставить наклонные ленточные транспортеры вместо ковшевых элеваторов.

Иногда вместо ленточных транспортеров для раздачи земли применяются скребковые транспортеры. Устройство скребкового транспортера показано на фиг. 69. Имеются две ветви цепи, составленной из отдельных звеньев, — верхняя и нижняя. На концах транспортера эта цепь огибает цепные блоки, так что цепь получается замкнутой. К звеньям цепи прикреплены железные скребки. Верхняя ветвь цепи холостая, а скребки нижней ветви идут

в железном корыте и передвигают по нему формовочную землю. Если нужно в каком-либо месте разгрузить землю с такого транспортера, то в дне корыта, в том месте где имеется отверстие, открывают задвижку.

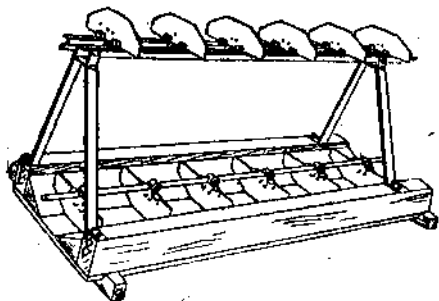
Скребковые транспортеры делают не только горизонтальными, но также и наклонными, с углом наклона до 30° . Применение скребковых транспортеров для раздачи готовой формовочной смеси к местам формовки нельзя рекомендовать, потому что скребки сминают передвигаемую ими в корыте землю, и качество земли вследствие этого ухудшается. Поэтому в настоящее время лучшим транспортером для раздачи готовой формовочной смеси по бункерам над формовочными машинами считается ленточный транспортер.

Для передачи горелой земли от места выбивки в земледелку ленточный транспортер с обыкновенной прорезиненной лентой применить нельзя, потому что горелая земля, выби-

тая из опок, обыкновенно бывает настолько горячее, что лента не выдерживает ее температуры. Для этой цели имеются изготавливаемые особым способом специальные прорезиненные ленты, не страдающие от высокой температуры. В тех случаях, когда нет возможности иметь такие специальные ленты, можно поставить так называемый пластинчатый фартучный транспортер.

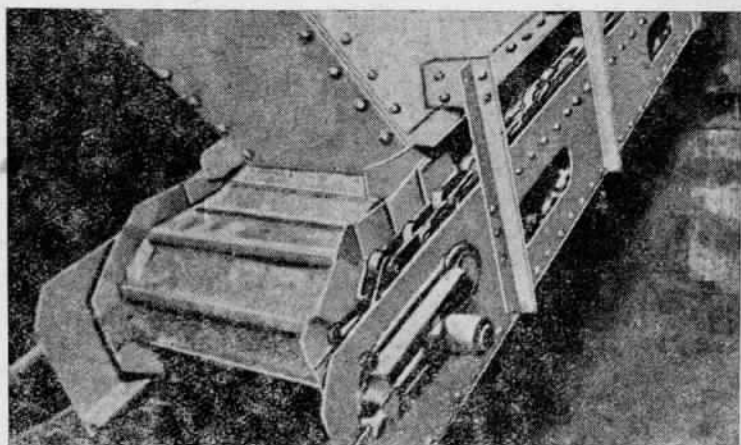
Устройство фартучного транспортера, или эпрона, показано на фиг. 70 и 71. Его полотно состоит из железных пластин, причем каждая пластина с обоих концов прикреплена к одному звену цепи, самые же звенья цепи имеют поддерживающие колесики, на которых они движутся по рельсам. Пластины с боков имеют борты, чтобы на транспортер можно было наваливать больше земли. Чтобы земля не просыпалась между пластинами, последние устроены так, что они своими краями перекрывают одна другую настолько, что даже при огибании барабана на конце транспортера зазоров между ними не получается (фиг. 71).

Пластинчатые фартучные транспортеры также делают горизонтальными и наклонными с углом подъема до 30° .



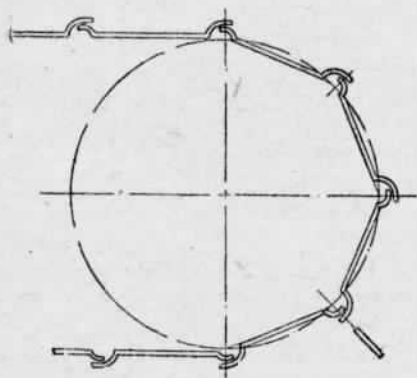
Фиг. 69. Скребковый транспортер.

Разгружать землю с фартучного транспортера можно только на конце транспортера при огибании им концевого



Фиг. 70. Фартучный транспортер под бункером.

барабана. Фартучные транспортеры очень часто употребляются для подачи горелой земли от места выбивки в земле-



Фиг. 71. Конец фартучного транспортера.

делку. Они работают вполне надежно. Можно рекомендовать непосредственно из-под выбивной решетки горячую горелую землю тянуть сначала на фартучном транспортере, а затем, когда она уже несколько на нем остынет, перегружать ее на ленточный транспортер, которым она доставляется в земледелку. На конце этого ленточного транспортера можно поставить магнитный сепаратор в виде шкива. Обыкновенно передача горелой земли от места выбивки в земле-

делку частично или полностью располагается в подвале или тоннеле.

В случае приготовления формовочной земли в центральной земледелке готовая земля раздается в бункеры, находящиеся над формовочными машинами и из этих бункеров попадает непосредственно в опоки. Если применяется и облицовочная, и наполнительная земля, то в бункеры раздается часто одна наполнительная земля, облицовочная же подается в ящики у формовочных машин и накладывается в опоки вручную. Иногда бункеры делают двойные — для облицовочной и для наполнительной земли.

Бункер представляет железный ящик, суживающийся внизу и имеющий на нижнем конце открывающийся затвор, через который земля из него выпускается. Бункеры для земли, устроенные над формовочными машинами, показаны на фиг. 72 (видны суживающаяся книзу форма бункеров и их затворы).

Земля, которая при насыпании из бункера в опоки просыпается мимо и падает на пол у формовочной машины, в современных литейных убирается следующим образом. Около машин (фиг. 72) имеются в полу решетки, через которые эта земля проваливается в тоннель и попадает на находящийся там уборочный транспортер, обыкновенно ленточный, подающий эту землю обратно в земледелку.

Очень часто в устьях бункеров земля застревает и не проходит через устье при открывании затвора, так что по стенкам бункера приходится колотить деревянной кувалдой. Это происходит потому, что часто бункеры делают слишком резко суживающимися книзу, вследствие чего при опускании земля в бункере спрессовывается.

Углы наклона стенок бункера к горизонту надо для влажной формовочной земли делать не менее 60° .

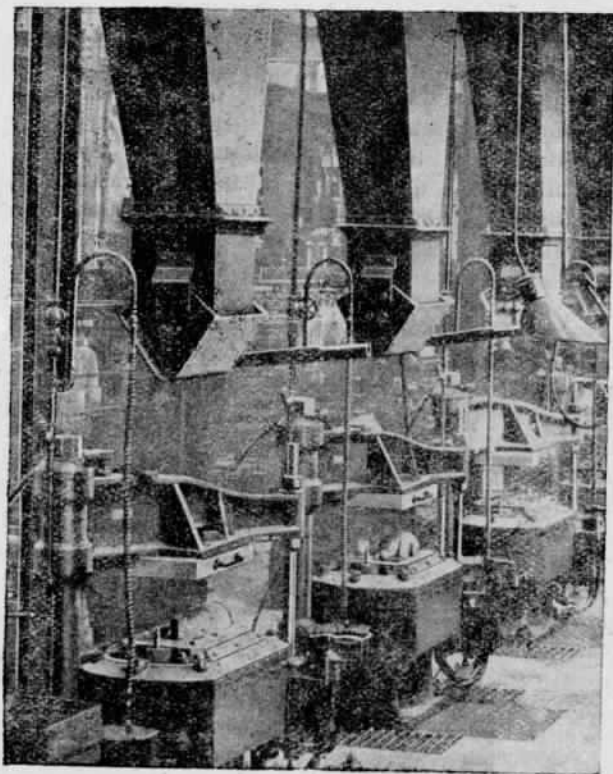
Другая причина плохого прохождения земли через устье бункера — слишком малые размеры этого выходного отверстия. Чтобы земля не застревала, надо размеры выходного устья бункера делать следующими:

Для сухой земли не менее	150 × 150 мм
• песка из карьера не менее	450 × 450 "
• готовой смеси в больших бункерах	600 × 600 "
То же для небольших бункеров у формовочных машин	300 × 375 "
Для горелой земли	300 × 300 "

Для борьбы с зависанием земли в бункерах принимают еще дополнительные меры, из которых наиболее действительной является устройство вибратора на стенке бункера. Вибратор, действующий сжатым воздухом, пускается автоматически в тот момент, когда открывается затвор бункера,

и приводит стенку бункера в дрожание, отчего земля, не задерживаясь, высыпается легко через затвор.

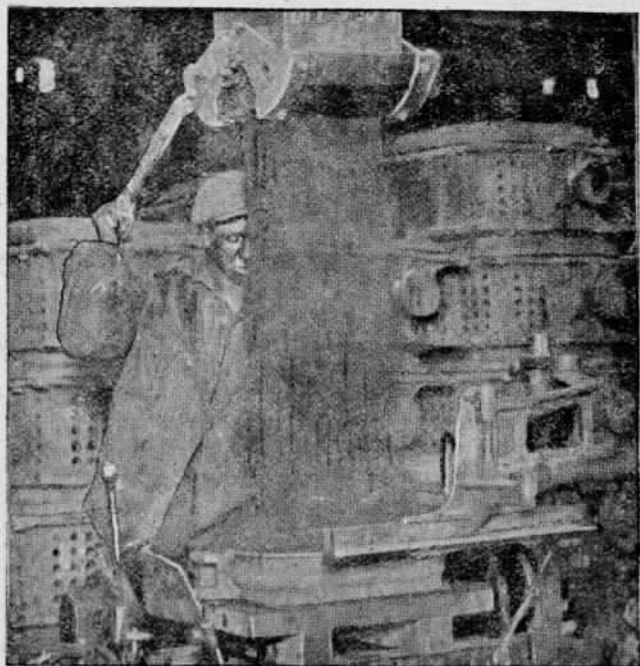
Устройство затворов у бункеров показано на фиг. 73 и 74. На фиг. 73 показан небольшой бункер, а на фиг. 74 — бункер более значительного объема у большой формовоч-



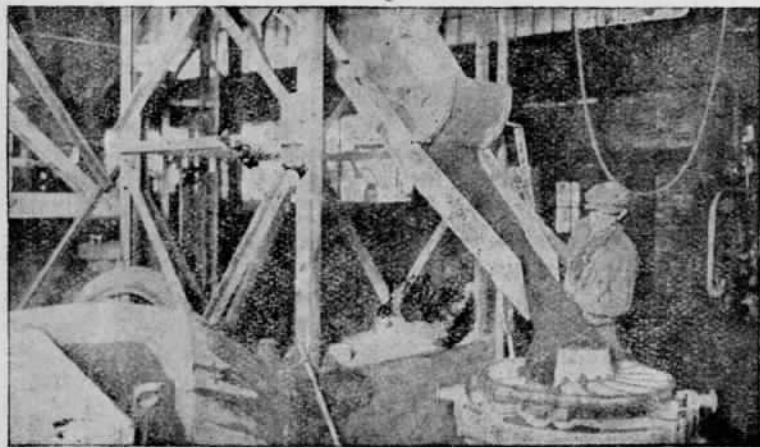
Фиг. 72. Бункеры над формовочными машинами.

ной машины (для формовки вагонных колес Гриффина). На последней фигуре видно, что около формовочной машины стоит ящик с облицовочной землей, которая берется из него лопатой вручную, бункер же служит лишь для дополнительной земли.

Раздача стержневой масляной земли к стержневым верстакам и стержневым станкам обыкновенно не производится ленточными транспортерами, потому что масляная земля налипает на ленте. Такая земля или разносится вруч-



Фиг. 73. Устройство затвора у небольшого бункера.



Фиг. 74. Устройство затвора у большого бункера над формовочной машиной.

ную, или развозится в ящиках на тележках, на электро- и автокарах, или же подается к местам потребления с помощью тельферов. Тельфер — это электрическая кошка, передвигающаяся по подвесному однорельсовому пути с сиденьем для машиниста и с ящиком, в котором смесь и развозится к местам потребления. Этот ящик имеет затвор вроде затворов у бункеров, через который смесь и разгружается.

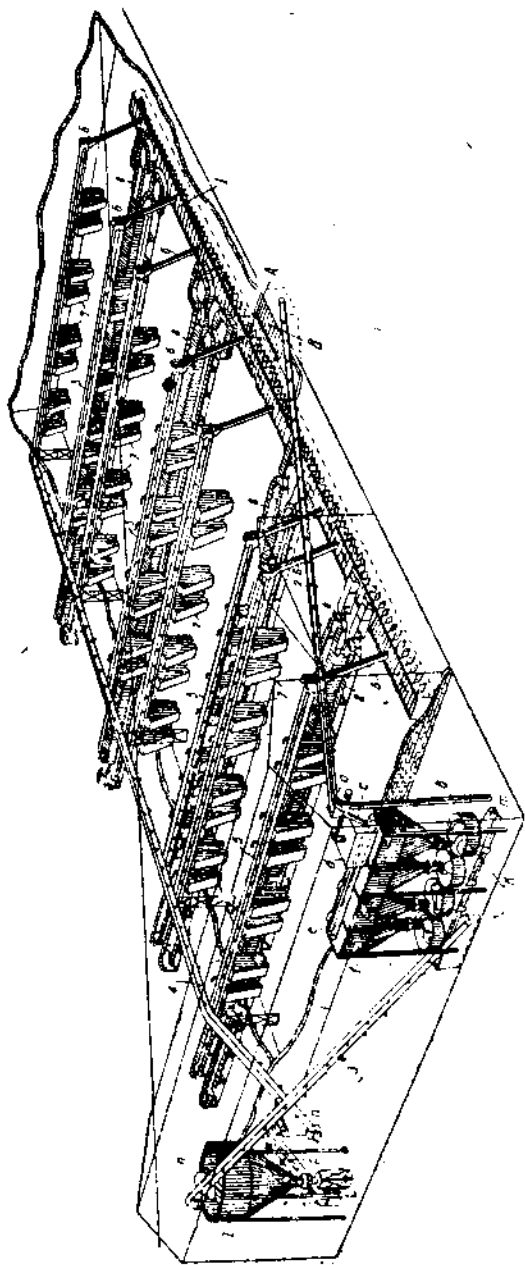
9. Земледельные центральные установки

В качестве примера центральной земледельки разберем установку для общей формовочной земли, работающую в литейной Подольского механического завода швейных машин (фиг. 75).

Эта литейная — конвейерная. Конвейеры (8 шт.) обозначены на фигуре цифрами 8. Ближайшие к ним концы конвейеров выбивные. На этих концах литье выбивается из опок, причем горелая земля проваливается через решетки вниз, и с помощью двух навстречу движущихся транспортеров 1 передается в тоннеле в место А. В этом месте горелая земля пересыпается на короткий наклонный ленточный транспортер В, показанный на фигуре пунктиром. С этого транспортера горелая земля пересыпается на длинный наклонный ленточный транспортер 2, на конце которого имеется магнитный шкив а. Отделенные от земли магнитные части падают по желобу б вниз, в подставленный для них ящик. Земля же по желобу с поступает в барабанное сито, находящееся в железном кожухе d. Из барабанного сита земля падает на короткий горизонтальный ленточный транспортер е, который ссыпает ее поочередно (с помощью плужков) в четыре бункера.

Под этими бункерами с горелой землей находятся четыре смесителя — бегуны Симпсона — с дозаторами (мерными воронками) над каждым бегуном. В этих бегунах к производится смешивание с горелой землей, которая дается из бункеров f через дозаторы, со свежей землей и углем, подаваемыми в чашу бегунов вручную мерками или ведрами. При этом вся предварительная подготовка свежих формовочных материалов (сушка, разминание комьев, просеивание, размалывание угля) производится вне этой системы в отдельных агрегатах, здесь не показанных. Увлажнение земли производится в чаше бегунов при смешивании.

Перемешанная земля выбрасывается из бегунов Симпсона на ленточный транспортер m, последний передает ее на на-



Фиг. 75. Земледельная система литейной Подольского механического завода.

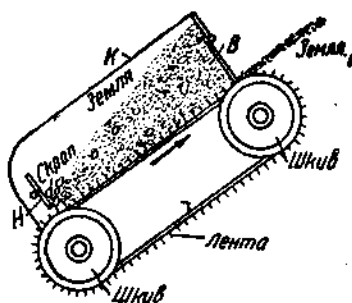
клонный ленточный транспортер 3, который ссыпает землю в большой отстойный бункер 1. При этом земля с транспортера 3 падает сначала в воронку аэратора и, а из аэратора уже в отстойный бункер. Такое предварительное разрыхление перед вылеживанием несколько улучшает качество земли. Из отстойного бункера 1 земля с помощью ленточного наклонного транспортера 2 подается во второй аэратор и из-под него лентой 4 раздается на поперечные ленточные транспортеры 5. С этих поперечных транспортеров готовая формовочная смесь с помощью плужков ссыпается в расходные бункеры 7, подвешенные над формовочными машинами, расставленными у формовочных конвейеров. Лишняя земля ссыпается с концов поперечных транспортеров 5 и по желобам 6 попадает в тоннель на транспортеры 1 для горелой земли.

Описанная земледелка работает вполне удовлетворительно. К ее положительным качествам надо отнести то, что здесь во всей системе нет ни одного элеватора — подъем земли производится с помощью наклонных ленточных транспортеров. Как недостаток надо отметить ручную завалку свежих земель и угля в бегуны Симпсона, что снижает производительность по сравнению с завалкой свежей земли с помощью дозаторов.

10. Полумеханизированное приготовление земли на месте формовки

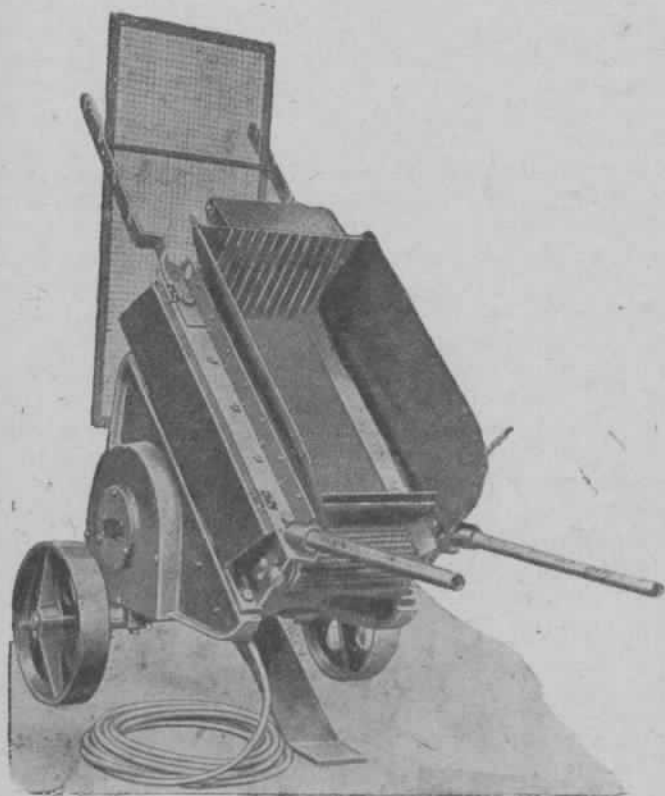
Приготовление земли в центральной земледелке производится не во всех случаях, а лишь при большом масштабе производства, т. е. при большом расходе смесей, когда это экономически оправдывается. В этом случае обыкновенно выбивка форм сосредоточивается в одном или нескольких местах, от которых горелая земля транспортируется в центральную земледелку.

В тех случаях, когда выбивка форм не сосредоточена в одном месте, а разбросана по всей площади пролета, собирать горелую землю с этой площади, чтобы транспортировать ее в земледелку, нет никакого смысла. В этом случае приготовление наполнительной земли произ-



Фиг. 76. Схема действия роуера.

водится не в центральной земледелке, а непосредственно на местах формовки. В земледелке же готовятся облицовочные и стержневые смеси. Такие условия обычно наблюдаются в небольших литейных для штучного литья.



Фиг. 77. Общий вид ройера.

Лучше всего приготовление дополнительной земли на местах формовки делать с помощью передвижных земледельных машин. На фиг. 76 и 77 показана такая машина, называемая ройер и изготовляемая заводом «Красная Пресня». На фиг. 76 показана схема действия этой машины. Основной ее рабочей частью является резиновая лента, натянутая на два шкива, поставленные один выше другого. На этой ленте укреплено большое количество железных угольников, у которых выступающие от ленты наружу полки

сделаны в виде гребенок (с вырезами). Земля, которая забрасывается лопатой в воронку или корыто, устроенное над лентой, захватывается угольниками быстродвижущейся ленты и выбрасывается из машины струей, которая может лететь по воздуху на расстояние около 3 м. Передняя стенка корыта *В* сделана так, что она может пружинить, если между ее краем и лентой попадет твердый кусок. Таким образом край стенки отогнется, кусок пройдет и поломки не будет. Крупные куски, деревяшки, куски литников и другие посторонние тела скапливаются в нижней части корыта и время от времени выбрасываются из него при открывании задвижки. Струя земли, которая выбрасывается роером, на своем пути проходит через плоское сито, подвешенное впереди машины, как показано на фиг. 77.

Роер — передвижная машина на колесах, причем передвигать ее по литейной может один человек. Производительность роера, изготовляемого заводом «Красная Пресня», составляет около 8 м³/час. Эта машина дает наполнительную землю вполне удовлетворительного качества. При этом приготовление земли должно вестись в следующем порядке. Горелую землю увлажняют, дают в нее, если нужно, освежающие примеси и слегка перелопачивают. Затем перелопаченную влажную землю пропускают через роер, после чего земля готова.

Приготовление земли с помощью роера или другой подобной передвижной машины называется *полумеханизированным*.

11. Ручное приготовление земли

Приготовление наполнительной земли на местах формовки в старых (кустарных) литейных производилось и частично производится еще и теперь вручную. Горелую землю с помощью лопаты бросают на наклонно стоящий плоский грохот (фиг. 78). После просеивания через этот грохот землю увлажняют, обыкновенно на-глаз, контролируя влажность наощупь, добавляют иногда немного свежего песка или земли для освежения и перемешивают, перелопачивая несколько раз смесь, после чего земля считается готовой.

Такое примитивное приготовление земли все больше выходит у нас из употребления. В тех случаях, когда этот способ все же приходится применять, надо обращать особое внимание на два обстоятельства: 1) правильное увлажнение

и 2) тщательное перемешивание для наполнительной земли, которая обыкновенно не освежается.

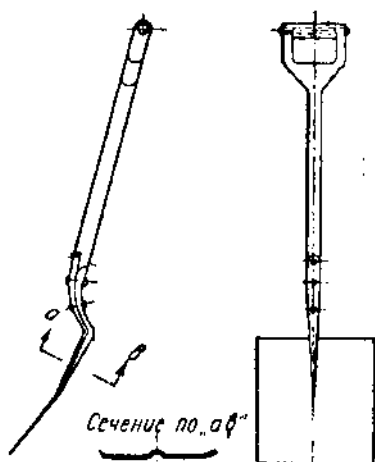
Особое значение приобретает правильность увлажнения, т. е. получение надлежащей влажности. Здесь



Фиг. 78. Ручное приготовление земли на месте изготовления форм.

надо хотя бы установить количество воды, которое должно быть добавлено в кучу определенного объема, отмеряя эту воду ведрами, и строго следить за правильностью этого отмера.

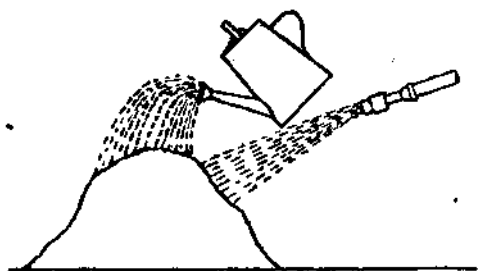
Передопачивание увлажненной земли производится с помощью особой лопаты. Лопата (фиг. 79) должна иметь крепкую короткую рукоятку и быть хорошо уравновешенной, чтобы конец лопаты не перетягивал, когда ее возьмут двумя руками в рабочее положение. Рукоятка должна быть посажена под углом к стальному полотну лопаты, чтобы рабочему не нужно было сильно нагибаться при загребании земли с полу. Ручка (вилка) должна быть прочной; поперечина ручки укрепляется пропусканием через нее болта.



Фиг. 79. Американская лопата.

На фиг. 80 показано увлажнение земли в куче на полу литейной. Земля увлажняется из брандспойта с сеткой на конце (чтобы струя разбрызгивалась веером) или же с помощью лейки с сеткой. Как уже говорилось выше, необходимо строго следить за

дозой воды, добавляемой в землю. Для кучи определенной величины должно быть установлено определенное количество воды. Если увлажнение делается ведрами или лейками, то доза воды отмеривается по количеству ведер или леек;



Фиг. 80. Куча выбитой земли поливается сверху из лейки или из брандспойта с сеткой.



Фиг. 81. Земледел отгребает землю на пол, как указано пунктиром.



Фиг. 82. Земледел разравнивает песок ударами плоской стороной своей лопаты.

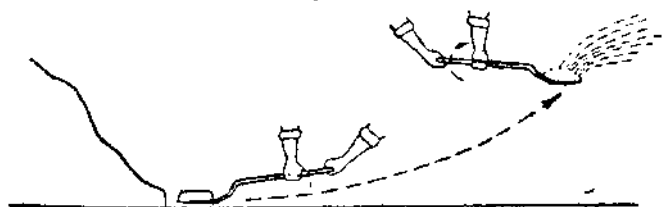
если же увлажнение делается с помощью брандспойта или рукава (шланги), то на рукаве должен быть поставлен специальный водомер, показывающий, сколько прошло воды через рукав.

После увлажнения земледел отгребает от большой кучи землю, срезая с края кучи вертикальными слоями небольшие порции земли, как показано на фиг. 81. При отгребании каждого срезанного слоя земли земледел ударами тыльной стороной лопаты разбивает комья земли и разравнивает ее, как показано на фиг. 82. Затем земледел лопатой забирает отгребенную и разбитую порцию земли и раскачивается, пользуясь своим телом как осью вращения, перехватывает лопату ближе к себе, опускает и бросает землю широкой

струей по касательной к движению лопаты (эта операция показана на фиг. 83). Затем следует отгребание, разбивание тыльной стороной лопаты и бросание следующей порции земли.

В результате такой обработки земля лучше перемешивается, чем при простом перекладывании из одной кучи в другую. При перебрасывании описанным способом, если

одна порция земли оказалась переувлажненной, то следующая может быть посуше, и новая набросанная куча земли будет более равномерной по влажности, так как земля перебрасывается небольшими порциями.



Фиг. 83. Земледел захватывает полную лопату прибитого им песка, делает быстрый размах и поворачивает рукоятку. Песок летит по касательной к линии движения лопаты, что одновременно его перемешивает и разрыхляет.

По данным американского специалиста К. Холмса, из книги которого мы и заимствуем этот способ ручной обработки земли, два человека при такой работе могут перебросить 4 м³ земли в час. При этом один человек должен работать правой, а другой левой рукой. При перебрасывании земля ложится на пол широкой кучей, которая должна быть собрана в более узкую и высокую кучу. При сгребании готовой земли в более высокую кучу поверхность кучи надо прибивать и приглаживать тыльной стороной лопаты, как показано на фиг. 84, — на поверхности получается более плотный слой земли, который предохраняет всю кучу от быстрого высыхания:



Фиг. 84. Оставшийся песок сгребается лопатой в кучу и приглаживается ударами тыльной стороной лопаты.

12. Техника безопасности в земледелке

Технике безопасности в земледелке вследствие сложности оборудования, отдельные агрегаты которого работают с большими скоростями, должно уделяться самое серьезное внимание. Прежде всего, движущиеся части машин (шестерни, цепи и т. д.) должны иметь ограждения. Если

машина не образует пыли около этих частей, то ограждения лучше всего делать решетчатыми, позволяющими наблюдать за работой частей. На некоторых месильных машинах у особо опасных частей, например около дверок в кожух с быстро вращающимися острыми лопатками, делаются предохранительные запоры, не позволяющие открыть дверку до тех пор, пока не будет остановлено вращение лопаток.

Выше мы говорили, что при наличии ременной передачи ни под каким видом нельзя одевать ремень на шкив на ходу руками. Несоблюдение этого правила часто ведет к тяжелым несчастным случаям.

Для очистки земледельных машин, например чаши бегунов Симпсона, машину надо обязательно останавливать. Чистка на ходу, как это иногда практикуется, может также повести к несчастным случаям. Перед пуском машины нужно обязательно проверить, нет ли внутри машины или под ней человека, который в это время производит осмотр или ремонт. На одном из наших новых заводов в период его освоения произошел следующий случай. Рабочий чистил бегуны Симпсона, и пока он находился внутри их чаши, его товарищ, не проверив, есть ли кто в бегунах, включил мотор, и первый рабочий был искалечен. Во избежание подобных случаев у агрегатов должны быть вывешены соответствующие плакаты, указывающие, как пускать, останавливать, чистить агрегат и производить смазку.

Сложная земледельная система должна иметь централизованное управление для последовательного пуска и остановки ее агрегатов. У доски управления должна быть вывешена точная инструкция о последовательности и порядке пуска и остановки системы. В сложной системе должна быть также устроена сигнализация из разных ее мест к месту центрального управления, или пульты земледельки. При аварии с каким-нибудь агрегатом предыдущие в цепи агрегаты должны автоматически выключаться. В разных местах сложной системы должны иметься остановочные кнопки с надписью «стоп» для возможности быстрой остановки с места.

Большинство агрегатов земледельки пылит. Поэтому, помимо общей вентиляции помещения, от отдельных агрегатов должен быть устроен специальный отсос пыли, и самые агрегаты должны быть закрыты железными кожухами. Мы уже знаем, что шаровые мельницы, барабанные сита и элеваторы обязательно заключаются в кожуха. Все места, где земля пересыпается с одного транс-

портера на другой или загружается в машины, тоже должны быть защищены плотными кожухами от пыли. Отсасываемый при этом пыльный воздух должен фильтроваться пропусканием его через фильтры, прежде чем выпускать наружу, чтобы пыль не распространялась и вне здания цеха.

Не успевшая остыть земля при увлажнении выделяет большое количество пара, а горелая земля до увлажнения выделяет вредные газы. Поэтому от транспортеров, передающих горелую землю, и от смесителей нужно устраивать вытяжку газов и пара. Для лучшего охлаждения горелой земли иногда ее предварительно увлажняют еще до смесителей (1,5—2% влаги). Место этого предварительного увлажнения, например на ленточном транспортере, должно также быть защищено кожухом с отсосом пара и газов.

При комбинировании отдельных земледельных машин в систему должны быть предусмотрены проходы между ними шириной не менее 1 м. Около смесителей и других агрегатов, нуждающихся в постоянном обслуживании, должны быть устроены рабочие площадки. Лестницы, ведущие на эти площадки и на галереи (подвесные тротуары), устраиваемые вдоль ленточных и других транспортеров, находящихся наверху, должны быть железными и достаточно широкими, чтобы на них могли разойтись два человека, и должны быть снабжены прочными перилами. Перила на галлереях должны снизу иметь сплошную обшивку на высоте 200 мм, чтобы с галлереи не могли падать вниз какие-либо предметы. Верхние борты бункеров, выходящие на эти галлереи, должны быть приподняты над уровнем галлерей, чтобы рабочий, обслуживающий транспортер, не мог упасть в бункер. Борты бункеров лучше окружать перилами.

Подземные тоннели для транспортеров должны быть достаточно высокими, чтобы рабочий мог ходить в них, не сгибаясь, и иметь с одной стороны вдоль транспортера проход шириной не менее 1 м для наблюдения за транспортером и удобной его смазки. В тоннелях должно быть хорошее освещение и достаточно интенсивная общая вентиляция, помимо местных отсосов. Люки, через которые выходят из тоннелей наклонные транспортеры, должны быть обязательно ограждены перилами. В тоннелях должны быть устроены достаточно широкие лестницы с перилами. Для перехода через транспортеры должны быть устроены прочные мостики с перилами.

Общая вентиляция и освещение в земледелке должны быть такими, чтобы в воздухе не было заметно пыли и все

агрегаты можно было видеть совершенно отчетливо. Открытые, режущие и ослепляющие глаза источники света ставить не следует, заменяя их лампами со светорассеивающими абажурами.

13. Организация и обслуживание рабочего места

Для производительной работы, а также для качества изготавливаемой продукции имеет большое значение правильная организация рабочего места и соответствующее его обслуживание. Мы рассмотрим здесь основные принципы организации рабочего места в земледельке.

Если расчленить время работы смешивающих бегунов, которое требуется для изготовления одного замеса, то мы увидим, что бегуны на самом смешивании заняты не все это время. Часть времени расходуется на то, чтобы выбросить готовый замес из чаши и завалить новый замес. Таким образом наши бегуны как смеситель используются не все время.

Машинным временем называется та часть времени работы агрегата, в течение которого агрегат используется на той операции, которую он механизмирует. В случае работы бегунов машинное время — это будет время перемишивания замеса.

Вспомогательным временем работы агрегата называется та часть времени его работы, в течение которой агрегат не используется по своему прямому назначению, не производит той операции, которую он механизмирует. В случае работы бегунов вспомогательным временем будет время, расходуемое на выбрасывание из чаши готового замеса и на завалку нового. Машинное и вспомогательное время в сумме образует полное время на один цикл работы агрегата.

Ясно, что чем больше машинное время и чем меньше вспомогательное время, тем лучше используется агрегат и тем большую он дает производительность. Приводившиеся нами ранее нормы производительности отдельных агрегатов земледельки давались как средние из достигаемых на практике. Вообще же производительность земледельной машины не есть постоянная величина — она зависит от условий обслуживания машины и организации работы на ней.

Для нас теперь ясно, что, уменьшив вспомогательное время работы периодически действующей машины, например смешивающих бегунов, мы повышаем долю машин-

ного времени в полном цикле их работы и производительность бегунов. Для непрерывно работающих агрегатов, например сита или лопаточного смесителя, также существует вспомогательное время — это, например, время на чистку агрегата, смену сита и т. д., которую периодически надо производить. И в зависимости от организации этой чистки наш агрегат покажет большую или меньшую среднюю производительность. Правда, для машин непрерывного действия вспомогательное время очень мало по сравнению с машинами периодического действия и влияние его соответственно меньше.

Переходим к рассмотрению основных принципов производительной работы в земледелии.

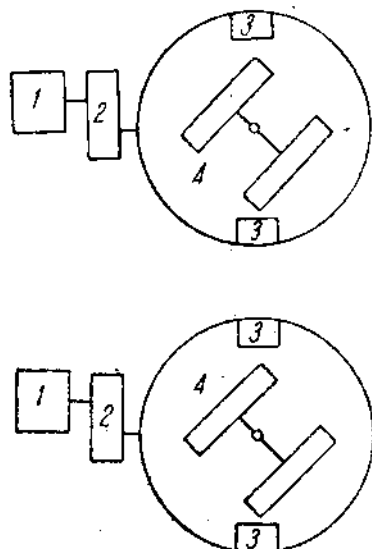
1. Первостепенное значение для достижения стахановских показателей производительности в земледелии имеет принцип увеличения доли машинного времени за счет сокращения вспомогательного времени. Особенно это относится к работе на машинах периодического действия, например на смешивающих бегунах Симпсона. Ввиду того что бегуны Симпсона являются в наших новых земледельках наиболее распространенным смесителем, остановимся на этом вопросе подробнее.

Бегуны Симпсона — машина периодического действия. Она производит смешивание земли отдельными замесами, поэтому вспомогательное время здесь будет состоять из следующих двух операций: 1) выбрасывания готового замеса из чаши и 2) заправки в чашу составных частей для нового замеса.

Сумма машинного времени (на перемешивание замеса) и вспомогательного времени составляет полное время на один замес.

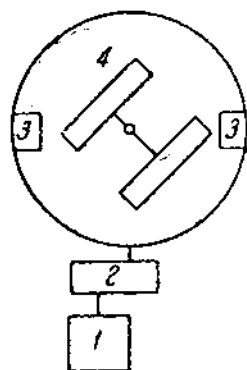
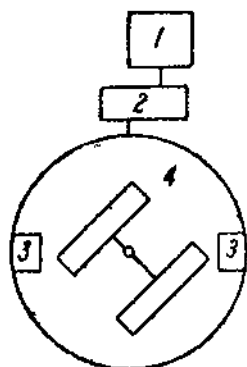
Выбрасывание готового замеса из чаши бегунов Симпсона производится через одну или две дверки, устроенные в дне чаши. Сокращение этой части вспомогательного времени может быть достигнуто следующим образом. Во-первых, если открывание и закрывание разгрузочных дверок производится вручную, то с помощью устройства пневматических цилиндров, описанных выше, можно достичь более быстрого и легкого открывания и закрывания дверок. Во-вторых, везде, где это только возможно, надо пользоваться не одной, а обеими дверками в дне чаши для ускорения выбрасывания замеса. Если бегуны стоят в виде отдельной машины (например для стержневой смеси), а не в общей непрерывной земледельной системе, то замес выбрасывается из них или прямо на пол, или в подставленный

ящик, при этом пользование обеими дверками не вызывает никаких затруднений. Если же бегуны, стоят в непрерывной системе, то обыкновенно они выбрасывают замес на ленту, проходящую под разгрузочной дверкой. Если несколько бегунов поставлено, как показано на фиг. 85, то все их разгрузочные дверки находятся на одной линии, и в этом случае пользование обеими дверками также не представляет затруднений, потому что из всех дверок земля может по желобам (течкам) ссыпаться на одну и ту же транспортную ленту. Если же расположение бегунов будет,



Фиг. 85. Правильное расположение бегунов Симпсона:

1 — мотор; 2 — редуктор; 3 — разгрузочные дверцы чаши; 4 — чаша бегунов.



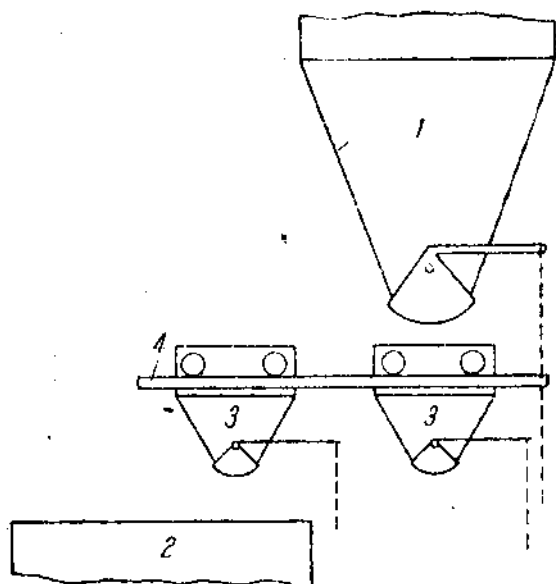
Фиг. 86. Неправильное расположение бегунов Симпсона:

1 — мотор; 2 — редуктор; 3 — разгрузочные дверцы чаши; 4 — чаша бегунов.

как на фиг. 86, то при пользовании обеими разгрузочными дверками нужны две ленты, так как в этом случае дверки расположены не на одной линии.

Время, расходуемое на загрузку в чашу бегунов составных частей замеса, в основном снижается с помощью применения дозаторов.

Дозатор — это мерник, который наполняется материалом из вышележащего бункера, в то время когда в бегунах обрабатывается замес, а как только замес выброшен из чаши, содержимое дозатора опорожняется в чашу. На опорожнение дозатора идет меньше 1 мин., и таким образом вспомогательное время на завалку замеса также получается очень небольшим. В тех случаях, когда завалка



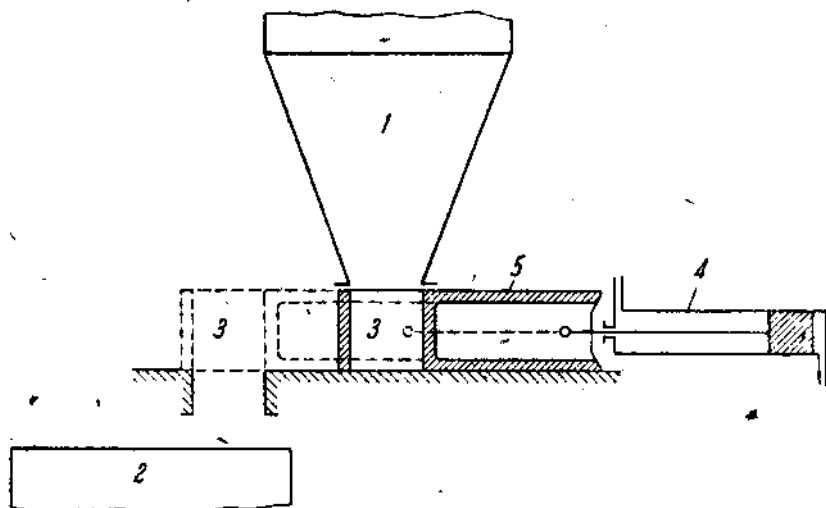
Фиг. 87. Устройство дозатора к бегунам Симпсона:

1 — бункер; 2 — чаша бегунов; 3 — дозатор; 4 — рельс.

составных частей замеса в бегуны производится вручную, устройство дозаторов резко повышает производительность бегунов.

Наиболее часто применяемый дозатор показан на фиг. 87. Здесь дозатор 3 показан в двух положениях — под бункером 1 и над чашей бегунов 2. Дозатор представляет воронку определенного объема, как раз такого, сколько нужно давать на один замес сорта земли, находящегося в бункере 1. Воронка дозатора снизу закрывается затвором, как у бункера. Дозатор из левого положения (над бегунами) передвигается в правое положение (под бункером) по рельсам 4 на колесиках.

На фиг. 88 показано устройство пневматического дозатора. Он представляет коробку 3 без дна,двигающуюся с помощью пневматического толкателя 4. Когда коробка дозатора находится под бункером, то из бункера земля сама наполняет дозатор, так как бункер затвора здесь не имеет. Пустив воздух в правую часть пневматического цилиндра 4, мы с помощью поршня толкаем дозатор влево, в пунктирное положение (над чашей бегунов 2). В этом месте на плоскости, по которой движется коробка дозатора, имеется отверстие, через которое порция земли в объеме коробки



Фиг. 88. Пневматический дозатор к бегунам Симпсона:

1 — бункер; 2 — чаша бегунов; 3 — дозатор; 4 — пневматический цилиндр; 5 — козырек дозатора.

дозатора и ссыпается из нее в чашу. Козырек 5 при этом закрывает устье бункера, и земля из него не высыпается. Дозаторов над бегунами следует устраивать столько, сколько сортов земли идет в смесь. Вообще говоря, чем меньшим количеством дозаторов над одними бегунами можно обойтись, тем лучше, так как на опорожнение каждого дозатора все же расходуется время. Лучше всего работать с двумя дозаторами, из которых один служит для горелой земли, а другой для смеси свежих земель, угля и глины. Для этой цели все идущие в смесь свежие материалы, включая и уголь, надо предварительно смешивать в отдельных бегунах. При этом кроме уменьшения вспомо-

гательного времени (сокращение числа дозаторов) уменьшится также и продолжительность перемешивания замеса в основных бегунах, так как свежие земли предварительно смешаны и даются в основные бегуны в виде освежительной смеси. Переход на работу с освежительной смесью также является мероприятием, увеличивающим производительность смешивающих бегунов.

Дозаторы ставятся над смешивающими бегунами в непрерывной земледельной системе. У бегунов, находящихся вне системы, например на смешивании стержневой земли, для повышения доли машинного времени надо ставить скиповые подъемники, описанные нами выше.

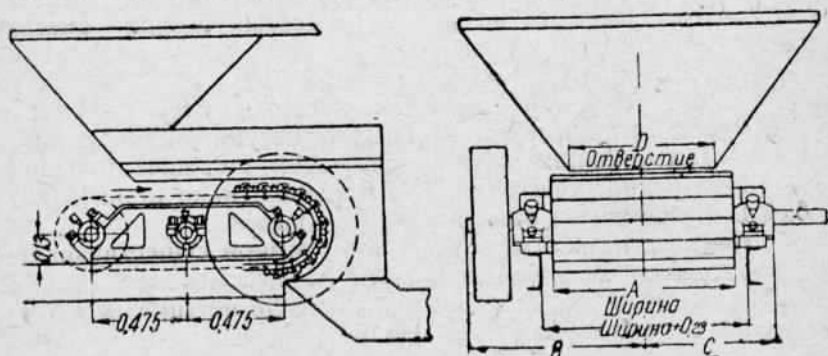
2. Переход на работу с полной загрузкой существующего оборудования земледелки позволяет использовать те резервы, скрытые в оборудовании, которые во многих наших литейных не используются. На некоторых заводах земледелка являлась узким местом, лимитирующим программу цеха, и только стахановское движение выявило резервы и расшило эти узкие места, позволив работать с большей производительностью на том же оборудовании.

Для работы на земледельных машинах периодического действия работа с полной загрузкой означает использование полной емкости замеса. Старые нормы в этом отношении предусматривали обычно неполный замес, давая некоторый запас. Приведенные выше емкости замесов являются нормальными, но на неответственных сортах земли в ряде случаев могут быть превзойдены, если только это позволяет мощность мотора.

Агрегаты непрерывного действия, например лопаточный смеситель, сито или барабанная печь, могут только тогда работать с полной загрузкой, когда подача земли в агрегат будет непрерывной и в должном количестве кубометров в час. Такая непрерывная подача осуществляется механически с помощью так называемых литателей, или фидеров. Ручная же подача в эти агрегаты вследствие своей неравномерности всегда ведет к неполному использованию их производительности.

Познакомимся здесь с основными типами применяющихся фидеров. На фиг. 89 показан фидер, представляющий короткий фартучный транспортер. Земля из бункера, лежащего над этим транспортером, попадает на него и при огибании плотном транспортера блока на его правом конце пересыпается в непрерывно действующий агрегат, который питает этот фидер. Вместо фартучного может быть взят также короткий ленточный транспортер.

На фиг. 90 показан тарельчатый питатель, или фидер, расположенный под бункером, находящимся под выбивной решеткой. Тарельчатый питатель представляет плоский



Фиг. 89. Фидер в виде фартучного транспортера.

диск, вращающийся на вертикальной оси. Земля из бункера, открытого снизу, сыпается на этот диск не в центре диска, а немного ближе к краю. При вращении диска эта земля сгребается с диска особым плужком и переваливается через край. Переставляя положение плужка, можно регулировать величину подачи фидером земли.

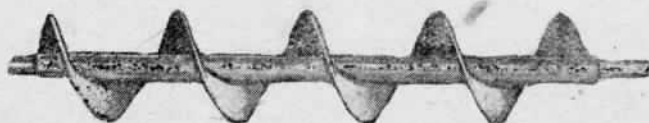


Фиг. 90. Тарельчатый питатель.

На фиг. 91 и 92 показано устройство так называемого шнека (червяка), употребляющегося во многих случаях как питатель для подачи свежей земли в барабанные печи. На фиг. 91 показан вал шнека. На валу имеется винтовая поверхность. Как видно из фиг. 92, этот вал с винтом вращается от привода в корыте шнека и передвигает по корыту землю. В корыте земля сыпается из

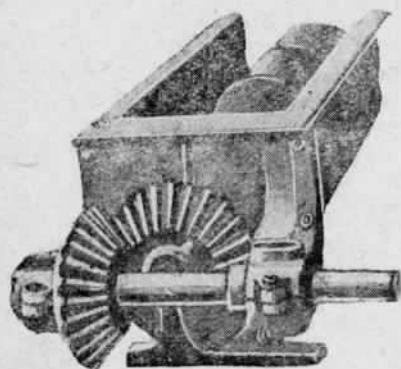
бункера, открытого снизу (без затвора), под который и ставится шнек-питатель.

На фиг. 93 показано устройство питателя в виде звездочки, применяемого в земледелке для угольной пыли. Этот фидер герметически закрыт во избежание распространения

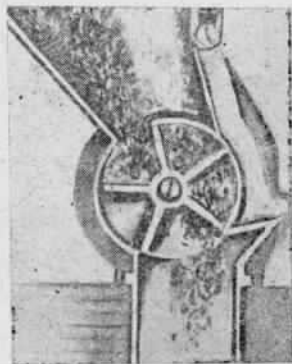


Фиг. 91. Вит шнека.

пыли в помещении. Вращающаяся по часовой стрелке звездочка подает угольную пыль из вышележащего бункера вниз, например в лопаточный смеситель.



Фиг. 92. Шнек.



Фиг. 93. Питатель в виде звездочки.

3. Правильная организация рабочего места в смысле удобства работы и минимума движений и хождений рабочего-земледела ведет к повышению производительности труда, а часто при этом возможно бывает и обслуживание нескольких агрегатов одним человеком.

Приведем два конкретных примера из практики литейной серого чугуна завода ЗИС. На двух смесителях — бегунах Симпсона № 2 и 3 — на изготовлении облицовочной и освежительной смесей работала бригада в 5 человек. Оба смесителя стоят при этом высоко над полом — рабочие пло-

щадки их подняты на высоту около 2 м. Необходимая для замеса горелая земля давалась в чашу с помощью дозаторов, а добавка свежей земли из бункеров спускалась на пол, где нагружалась лопатой в ведра, затем эти ведра по лестницам втаскивались на рабочие площадки бегунов и загружались в чашу. Около каждого смесителя работало по 1 чел. (миксеровщики), а на подноске свежей земли (с полу) еще 3 чел., всего 5 человек.

Эта организация рабочего места была изменена следующим образом. Рабочие площадки у бегунов были продолжены на том же уровне до бункеров. Свежие добавки, которые раньше спускались из бункеров на пол, теперь спускаются на эти продолженные площадки, и те же два миксеровщика, которые обслуживают бегуны, успевают подавать теперь и эти свежие добавки в чаши бегунов. Из трех же рабочих, которые подавали землю с пола, оставлен только один, который отвозит на тележке готовую смесь, выброшенную из бегунов (эта операция раньше тоже входила в обязанности трех рабочих на полу). Таким образом вместо 5 чел. в бригаде осталось только 3 чел., которые теперь дают то же количество смесей.

Другой пример. Бегуны Симпсона № 3, изготавливающие формовочную землю, и лопаточный смеситель периодического действия (работающий отдельными замесами), изготавливающий стержневую смесь на сульфитном щелоке, обслуживались двумя рабочими. Составные части замесов в бегуны и в лопаточный смеситель давались при этом с помощью дозаторов. Каждый из этих двух рабочих, завалив в смеситель составные части замеса, ждал, пока замес будет готов и его можно будет выпускать.

После того как были тщательно продуманы и рассчитаны все необходимые движения по времени, оказалось возможным одному рабочему время, пока он ждет готовность замеса, использовать на обслуживание и другого агрегата. Теперь и лопаточный смеситель, и бегуны Симпсона обслуживаются одним рабочим. Сначала он выпускает готовый замес из чаши бегунов, затем с помощью дозаторов загружает в чашу составные части нового замеса. Пока этот замес обрабатывается в бегунах, он идет к лопаточному смесителю (по мостику, соединяющему площадки обоих агрегатов), выпускает из смесителя готовый замес, загружает новый, вливает по мерке сульфитный щелок и затем снова идет к бегунам Симпсона выгружать готовый уже к этому времени замес.

4. Устранение простоев оборудования из-за перебоев

с подачей материалов как основных, так и вспомогательных. Если, например, к печи для сушки свежих формовочных земель эти земли подаются краном в коробках или грейфером, то из-за загруженности крана часто у печи получается недостаток свежей земли и печь или простаивает, или работает с неполной нагрузкой.

В непрерывной земледельной системе перед всеми агрегатами периодического действия, например перед бегунами Симпсона, делаются бункеры, в которых должен быть запас земли. Эти бункеры ставятся, во-первых, потому что без них агрегату, стоящему перед бегунами (например сито) некуда было бы ссыпать землю в то время, когда в бегунах обрабатывается замес, и во-вторых, для создания запаса земли перед бегунами на случай аварии предыдущих агрегатов. Однако в наших земледельках эти бункеры часто бывают почти пустыми. Чтобы обеспечить запас земли во избежание простоя, нужно соблюдать основное правило работы на непрерывной системе — держать все бункеры наполненными землей.

5. Применение принципа разделения труда по операциям (с поручением отдельных операций или групп операций отдельным людям) во многих случаях было методом достижения высоких стахановских показателей производительности. Конечно, отдельные рабочие, выполняющие те или иные операции, должны быть полностью загружены, в противном случае, наоборот, соединение нескольких операций с поручением их одному рабочему будет более правильным, как это мы видели хотя бы на примере обслуживания бегунов и лопаточного смесителя одним рабочим на ЗИС.

Если земля перерабатывается с помощью роера, то было бы совершенно неправильным сначала всей бригаде приниматься за увлажнение и перелопачивание земли, а потом пропускать ее через роер, потому что первая операция более трудоемкая, и в то время, когда земля будет пропускаться через роер, часть рабочих бригады будет простаивать. Нужно разделить работу так, чтобы одни рабочие подготавливали землю, увлажняя ее и перелопачивая, а другие (1—2 чел.) забрасывали землю в роер. Здесь надо также учитывать пропускную способность роера и поставить на заброску в него земли столько человек, чтобы полностью использовать его пропускную способность.

6. Обеспечение вспомогательным инвентарем и запасными частями (например сменными ситами для шаровых мельниц и пр.) также является необходимым условием для

уменьшения простоев и работы с высокими показателями. Сюда относятся носилки, удобные тачки, специальные мерки для отмеривания по объему добавок на один за́мес и прочий инвентарь при ручном приготвлении земли. Часто можно наблюдать, что земледел работает с недостаточным количеством таких мелких приспособлений и к тому же плохого качества, неудобных в работе. Своевременная подача комплектов сменных сит для смены их в шаровой мельнице или сите уменьшает простой, увеличивает тем самым долю машинного времени и ведет к увеличению средних показателей производительности машины.

7. Для большей уверенности в работе, для того чтобы в течение всей рабочей смены не получалось непредвиденных простоев из-за неисправности агрегата, из-за отсутствия того или иного приспособления, инструмента, материала и т. д., земледел должен принять от своего сменщика рабочее место. Для этого нужно притти за 15 мин. до начала смены и осмотреть состояние агрегата, наличие и состояние приспособлений, инструмента, посмотреть какого качества идут сейчас сырые материалы. Последнее имеет большое значение в смысле качества работы, потому что при изменении, например, влажности свежих земель земледелу нужно давать в смесь уже уменьшенное количество воды, иначе получится переувлажнение смеси. Если же заранее перед началом смены учесть, что сегодня идет свежая земля повышенной влажности, то ни один за́мес не может быть испорчен.

Особое значение имеет чистота и порядок на рабочем месте, что часто недооценивается. Если земледелом поддерживается на своем рабочем месте чистота, инструменты и приспособления у него разложены в порядке и удобно, ничего лишнего на рабочем месте нет, то такая обстановка работы действует организующе и на самого рабочего. Он меньше утомляется и работа у него спорится быстрее; на разыскание инструментов он при этом не тратит времени, потому что они разложены в порядке. Конечно, в земледелке трудно требовать такой же чистоты на рабочем месте, как например в механосборочном цехе. Однако земледел должен по возможности строго следить за чистотой своего рабочего места и не допускать захламленности и загроможденности его совершенно ненужными предметами и землей, что часто приходится наблюдать в наших земледелках. Расход времени, затраченного на поддержание чистоты, всегда окупается.

8. Наконец, на развитие стахановского движения в земле-

делке имеет большое влияние и система расценок. Не останавливаясь здесь на этом вопросе подробно, отметим, что старая система почасовой оплаты не стимулирует земледельца к повышению производительности и норм по качеству, что вполне понятно. Практически почти на всех земледельческих работах, в том числе на подсобных операциях, можно установить сдельно-премиальную шкалу оплаты. При этом нужно стремиться к индивидуальной сдельно-премиальной оплате, так как часто бригадная сдельщина ведет к замазыванию активности в работе отдельных членов бригады и отсюда к уменьшению стимула к повышению производительности и качества их работы. Необходимо подчеркнуть, кроме того, что сдельно-премиальная шкала должна учитывать не только количество кубометров земли или отсутствие простоев формовки из-за недостатка земли, но и качество ее, которое для рабочего-земледельца выражается в попадании в те пределы показателей качества, которые установлены для данной смеси по технологическому режиму.

Заканчивая рассмотрение принципов организации и обслуживания рабочего места в разрезе стахановской работы в земледельке, мы особенно подчеркиваем роль и значение самого рабочего-земледельца в стахановской борьбе за высокие показатели работы как по производительности, так и по качеству. Стахановское движение в нашей промышленности только потому и дало такие громадные результаты, что это есть движение снизу, движение масс — рабочих и работниц. Основной фигурой стахановского движения является рабочий и бригадир, непосредственно стоящие на рабочем месте. И тот факт, что стахановцами достигнуты небывалые показатели производительности и качества, указывает на громадную творческую техническую инициативу наших рабочих. В самом деле, указать или предложить, как лучше работать, указать те недочеты, которые мешают работе, может лучше всего именно рабочий, стоящий на рабочем месте и непосредственно исполняющий ту или иную операцию.

Сказанное целиком относится и к работе земледельца. Нет такого рабочего места в земледельке, на котором нельзя было бы лучше организовать работу и самое рабочее место, устранить мешающие работе недочеты как организационного, так и технического порядка. Понятно, что для этого земледельца должен учиться и узнать свое оборудование, свойства формовочных материалов и те требования, которым должна удовлетворять его продукция. Задача же цехового

административно-технического персонала в том, чтобы помочь земледелу организовать его борьбу за стахановскую работу как в техническом, так и в организационном отношении, направлять его борьбу за стахановские показатели работы.

Особо приходится отметить значение непрерывной подачи готовых формовочных и стержневых смесей на формовку и в стержневую для возможности стахановской работы формовщиков и стерженщиков, в особенности в механизированной литейной. Бесперебойное снабжение формовки и стержневой смесями является совершенно необходимым условием для предотвращения простоев формовочных и стержневых машин. Поэтому земледел должен все время помнить, что его работа не изолирована, а связана с работой формовщика и стерженщика, и перебои в его работе могут сорвать стахановскую работу на формовке и в стержневой.

В заключение приведем еще один пример повышения производительности труда в земледелке, достигнутого на основе применения некоторых из выше перечисленных принципов. Это пример из практики работы литейной ковкого чугуна Московского автозавода им. Сталина (ЗИС).

До стахановского движения имеющиеся сырые (свежие) формовочные материалы находились далеко от оборудования и их приходилось таскать в ведрах к месту работы, на что затрачивалось много времени и рабочей силы. Приготовленную смесь выпускали из бегунов и других смесителей прямо на пол (потому что бегуны были поставлены слишком низко и под них нельзя было подъехать на электрокаре), а уже с пола с помощью лопаты смесь убирали в ящик, который электрокарой и увозился к местам потребления. Свежие земли заваливали в чашу бегунов ведрами и мерками вручную.

С быстрым ростом производительности труда в формовочном и стержневом отделениях цеха потребовалась перестройка работы земледелки. Были установлены дополнительно более мощные смешивающие бегуны Симпсона № 2, и для улучшения их использования был проведен ряд мероприятий. Прежде всего подачу свежих земель приблизили к рабочему месту, вследствие чего отпала необходимость подтаскивать эти земли вручную ведрами. Бегуны установили высоко над полом, и приготовленную смесь стали выпускать прямо в ящик, который увозился потом электрокарой, чем устранили лишнюю операцию — перекалывания смеси лопатой с пола в ящик. Все составные ча-

сти замеса стали давать в смеситель с помощью дозаторов, отчего резко увеличилась доля машинного времени и соответственно снизилась доля вспомогательного времени на каждый замес. В результате проведенных мероприятий выработка готовых смесей при работе на бегунах Симпсона № 3 увеличилась в среднем до 17,4 т на одного рабочего за смену, в то время как до стахановского движения она была на бегунах всего 5,6 т на одного рабочего за смену. Отдельные стахановцы, например тт. Котенева и Черников, перекрывают эту повышенную среднюю производительность, давая в отдельные смены до 29 и даже до 32 т.

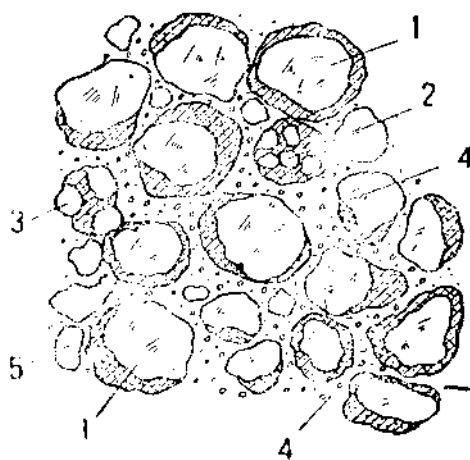
14. Проблема регенерации старой земли и ее технико-экономическое значение

Как мы уже знаем, формовочная земля при каждой заливке частично изменяет свои свойства. Необходимость добавлять в землю каждый раз освежающие добавки и вызывается этим изменением свойств земли при заливке. Расход свежих формовочных материалов, добавляемых в смеси для освежения, составляет 0,5—1 т на 1 т годного литья. Если мы примем во внимание, что общая мощность всех литейных цехов в Союзе составляет в настоящее время свыше 3 млн. т, то увидим, что расход свежих формовочных материалов по Союзу будет колоссальный.

Помимо стоимости свежих формовочных материалов, которая ложится на производство, переброска их в таких больших количествах загружает транспорт. Параллельно с подвозом свежих земель в цех приходится такое же количество старой, горелой, земли вывозить из цеха в виде отходов, что также связано с немалыми расходами и загрузкой транспорта. Кроме того, при литейных цехах приходится иметь специальные склады для свежих земель, которые в зимнее время должны отапливаться во избежание смерзания влажной земли. Вследствие этого очень важное техническое и экономическое значение приобретает проблема восстановления качества или регенерации старой, горелой, формовочной и стержневой смеси после ее использования. При разрешении этой проблемы и внедрении установок для регенерации в наши литейные цехи в несколько раз сократится расход свежих материалов и загрузка транспорта на перевозку их и отходов земель, что даст большую экономию. Особенно большое значение приобретает регенерация формовочных земель для тех районов и областей, где пока еще мало найдено вполне доброкачественных све-

жих земель и песков, как например, на Урале. Конечно, трудно ожидать, что качество восстановленной или регенерированной земли будет такое же, как свежей, но тем не менее эта проблема в литейной промышленности в настоящее время имеет очень большое значение и заслуживает самого серьезного внимания, так как при ее разрешении можно ожидать снижения расхода на свежие земли ориентировочно на 50—75%.

В чем же должна заключаться регенерация земли? На фиг. 94 показана схема строения горелой земли после вы-



Фиг. 94. Схема строения горелой земли.

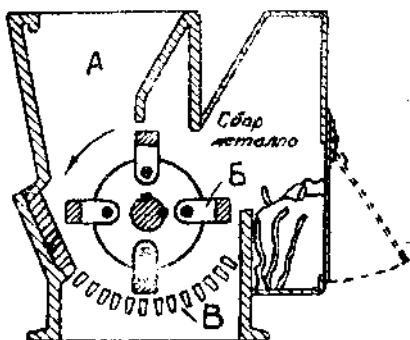
бивки ее из формы. Большинство зерен песка 1 окружено полностью или частично глинистой оболочкой, прочно к ним приставшей. Эта глина частично превратилась уже в неактивную и представляет балласт. Часть крупных зерен песка под влиянием высокой температуры металла растрескалась, отчего образовались новые мелкие зерна 5 и пыль 4, частично содержащаяся в земле и до заливки.

Часть мелких зерен вместе с глиной образовала спекшиеся комочки (или ложные зерна) 2 и 3.

Регенерация горелой формовочной и глинистой стержневой смеси должна заключаться в удалении из земли пыли и мелочи, а также неактивной глины. В настоящее время дешевый и вполне надежный способ регенерации земли еще не разработан. Применяющиеся за границей и в СССР способы можно разделить на две группы — мокрый и сухой.

Мокрый способ регенерации формовочных и глинистых стержневых земель заключается в следующем. Комья земли подвергаются дроблению в вальцах или на дробилках. Одна из таких дробилок системы Вильямса показана на фиг. 95. Земля засыпается в воронку А и дробится при помощи бил Б, которые свободно насажены на шарнирах на быстро вращающейся шайбе. Если между билом и стен-

кой дробилки попадает какой-нибудь твердый кусок, например кусок литника, то било на своем шарнире отклоняется. Металлические куски вследствие своей тяжести отбрасываются билами в специальный карман для сбора металла, показанный справа, а земля через решетку В проваливается вниз и выходит из дробилки уже без комьев.

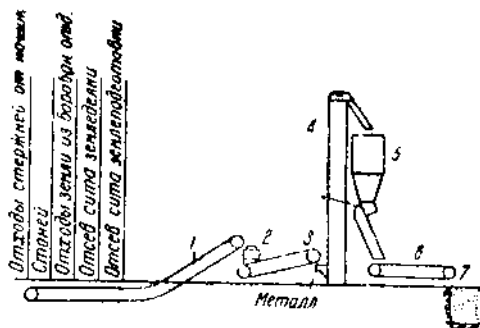


Фиг. 95. Дробилка Вильямса.

После дробления земля подвергается магнитной сепарации и просеиванию через редкое сито, а затем поступает в бассейн с проточной водой, которая уносит мелкую пыль и глину, находящуюся в земле. При этом во время предварительного размельчения на дробилке часть глинистых оболочек отдирается от зерен песка, большая же часть их отмокает в бассейне, и глина тоже уносится течением воды.

Оседающий на дно промытый и обеспыленный песок выгребается из бассейна и сушится в горизонтальной механической сушильной печи, после чего

поступает на вибрационные сортировочные сита, где сортируется просеиванием сквозь сита разной частоты. Получается несколько сортов чистого обеспыленного песка разной крупности, который можно снова пустить в производство. По опи-



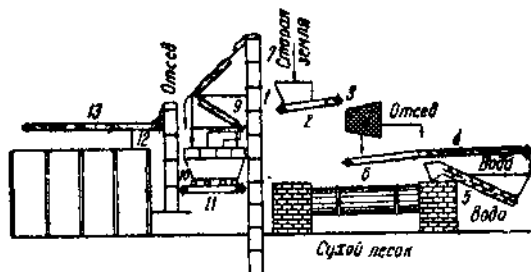
Фиг. 96. Установка для регенерации горелой земли на Кировском заводе (б. «Красный путиловец»).

санному способу у нас имеется установка для регенерации на Кировском заводе («Красный путиловец») в Ленинграде.

Эта установка показана на фиг. 96 и 97. Отходы горелой земли от выбивки стержней, отсева с сит и т. п. подаются ленточным транспортером 1 в дробильные вальцы 2 (фиг. 96). Затем материал попадает на короткую ленту, на

конце которой имеется магнитный шкив 3; элеватором 4 земля поднимается в бункер 5, а оттуда транспортером 6 сыпается в промывку в бассейн 7.

Горелая земля, выбитая из опок, которая также частично идет на регенерацию, подается в бассейн, как показано на фиг. 97. Здесь 1 — бункер под выбивной решеткой, 2 — ленточный транспортер с магнитным шкивом 3 на конце, который сыпает землю в барабанное сито. Просеянная в этом сите земля передается транспортером 4 в промывочный бассейн. На этой же фигуре схематически показан путь промытой земли, выгребаемой со дна бассейна винто-



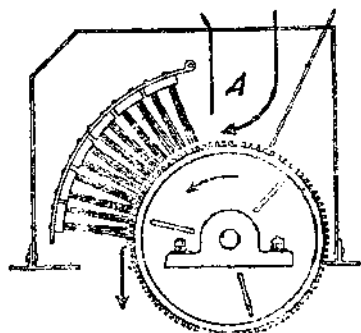
Фиг. 97. Установка для регенерации горелой земли на Кировском заводе (б. „Красный путилловец“).

вым транспортером 5. Мокрый песок сушится в горизонтальной барабанной сушильной печи 6. После сушки песок элеватором 7 поднимается вверх, где он просеивается через два вибрационных сита 8 и 9 и попадает в бункер 10. Из этого бункера питателем 11 в виде транспортера песок попадает в элеватор 12 и затем лентой 13 раздается в закрома, откуда он и берется в земледельку по мере надобности.

Мокрый способ регенерации не нашел широкого применения в литейных. Он требует установки дорогостоящего и сложного оборудования. Расход воды на промывку земли получается очень большой, причем для грязной воды в условиях машиностроительного завода обыкновенно негде бывает устраивать отстойники, которые должны быть довольно обширными, поэтому грязную воду спускают в канализацию, отчего последняя часто засоряется. В описанной установке Кировского завода расход воды на 1 т промытого песка составляет около 15 тыс. л. Затем при мокром способе песок после регенерации нужно сушить, что

требует большого расхода топлива. В описанной установке он составляет более 4—5% на 1 т песка при влажности последнего после сушки в 4—5%.

Мокрый способ отмывания песка с успехом применяется в США на карьерах, где из добываемого песка удаляют пыль и глину и пропускают через сортировочные сита, чтобы произвести обогащение песка и получить однородный чистый продукт. На местах добычи песка часто удается найти большие источники воды и естественные водоемы для отстаивания грязной воды, которую можно снова использовать на промывку; в этом случае недостатки мокрого способа не так сказываются, как в условиях литейного цеха, где мокрый способ оказывается невыгодным несмотря на высокое качество регенерации, достигаемое этим способом. Так, установка Кировского завода дает удаление около 92% всей имеющейся пыли в земле. Глина при этом, правда, удаляется также почти вся (до 86% имеющейся в земле глины) — и активная и неактивная.



Фиг. 98. Схема щеточного разрыхлителя.

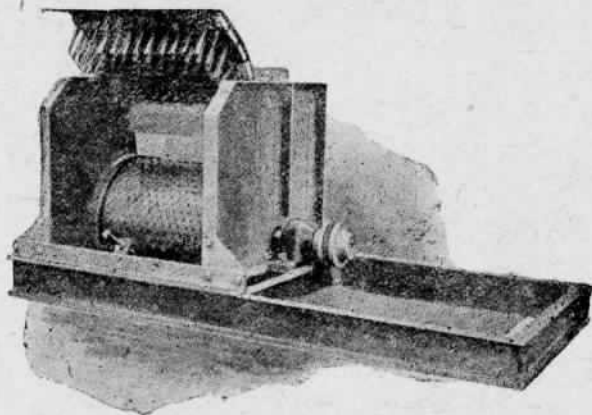
Сухой способ регенерации глинистых формовочных и стержневых горелых земель заключается в следующем. Сначала землю готовят путем дробления или разминания комьев, магнитной сепарации и просеивания через редкое сито. Затем производится отдираание глинистых оболочек от зерен песка при помощи перетирания земли. Для такого перетирания вполне надежный аппарат еще не сконструирован. Эту операцию можно производить в бегунах Симпсона, причем для лучшего перетирания рабочая поверхность катков обтягивается резиной.

Перетирание можно производить и в щеточном разрыхлителе, устройство которого показано на фиг. 98 и 99. Этот разрыхлитель имеет быстро вращающийся барабан со множеством выступающих коротких штифтов и пружинную щетку. Земля поступает через воронку А, захватывается барабаном и, попадая между барабаном и щеткой, усиленно перетирается, после чего выходит из машины, как показано стрелкой на фиг. 98. После перетирания земли из нее отделяют пыль и измельченную глину. Отделение пыли про-

изводится в описанных ранее веялках или при просеивании через сито, заключенное в закрытый кожух, с интенсивным отсосом из него пыльного воздуха. Освобожденная от большей части глинистой и песчаной пыли земля может снова употребляться в производстве, хотя она и не имеет таких показателей качества, как свежая.

Описанные аппараты для регенерации земли по сухому способу все же действуют мало эффективно по сравнению с мокрым способом и дают гораздо худшее качество регенерата, хотя и применяются в заграничной практике.

На фиг. 100 показана схема советской системы регене-

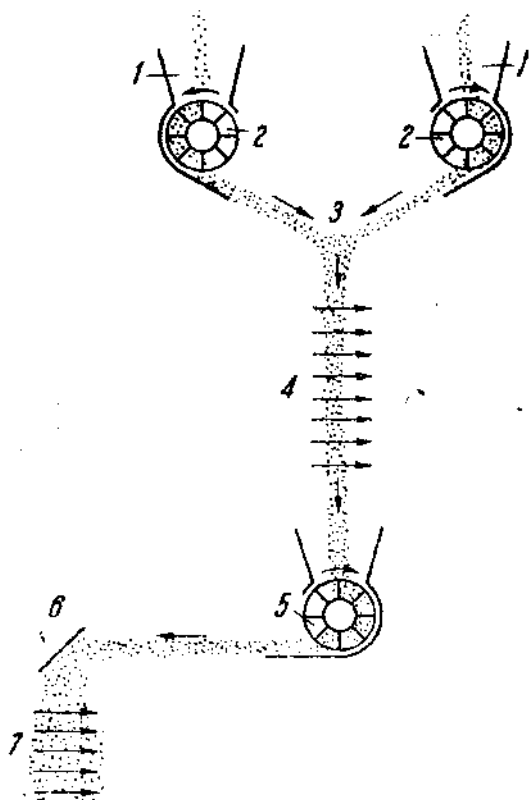


Фиг. 99. Щеточный разрыхлитель.

рации земли по сухому способу. Эта установка была разработана и осуществлена на практике (в полузаводском масштабе, на 2 т/час) инж. Е. И. Колотилиным (Московский автозавод им. Сталина). При испытании установка дала хорошее качество регенерации горелой земли, и конструктивно она получилась весьма компактной и простой.

Действие установки заключается в следующем. Горелая земля, предварительно прошедшая магнитный сепаратор и сито, непрерывно подается сверху в две воронки 1. Здесь имеются два очень быстро вращающихся колеса 2 с лопатками. Правое колесо вращается при этом по часовой стрелке, а левое — против часовой стрелки. Земля захватывается лопатками этих колес и с большой скоростью выбрасывается в виде двух наклонных струй, направленных так, что они встречаются в месте 3. В этом месте встречи двух струй земли, летящих навстречу одна другой с очень большими скоростями, зерна земли сильно перетираются

между собой, в результате чего от песчинок оттирается спекшаяся глина и превращается в пыль. Дальше земля от этого места падает вниз, и здесь с помощью поперечного тока воздуха 4, создаваемого эксгаустером, пыль, зола, уголь и пылевидная глина уносятся из земли. Эта продувка земли производится в закрытом кожухе, и скорость струй



Фиг. 100. Схема установки для регенерации земель системы Е. И. Колотилина (ЗИС).

воздуха 4 можно регулировать. Чем больше будет скорость этих струй, тем более крупные частицы будут унесены из земли этим воздухом. Вертикальная струя проведенной таким образом земли падает далее на третье колесо 5, такое же, как и колеса 2. Это третье колесо бросает землю на стальную пластину 6, о которую она дополнительно перетирается, затем падает вниз и продувается еще раз поперечным по-

током воздуха 7, который уносит пыль, почему-либо не захваченную воздушным потоком 4.

В то время как для глинистых смесей способы регенерации хотя бы приблизительно разработаны, вопрос о регенерации масляной стержневой смеси почти совсем не разработан, и практический способ для этого пока не найден.

Во время сушки стержней, приготовленных из песчаной смеси на масле, сульфитном щелоке и других специальных жидких крепителях, на зернах песка получают прочные оболочки окислившегося масла. Эти оболочки при заливке формы не все разрушаются. Если выбитые стержни размять и этот песок вновь употребить для масляной смеси, то такая смесь потребует большего процента масла и не даст той крепости стержней, как свежий песок. Кроме того, стержни из такой смеси на старом песке будут при заливке формы выделять больше газов, так что проницаемость формы может оказаться недостаточной, и получится брак литья по газовым раковинам.

Оболочка окислившегося масла держится на зернах песка очень крепко, и отодрать ее перетиранием в бегунах или в каком-нибудь другом аппарате очень трудно и заняло бы очень много времени. Для изыскания способов удаления этой оболочки с зерен песка проводились опыты по обжигу песка при высокой температуре. При этом требуется большой расход топлива, что делает этот способ мало применимым на практике. Ведутся также опыты по отъеданию оболочки при помощи различных химических веществ, но пока практически применимых результатов и в этом направлении не имеется. В общем можно сказать, что вопрос о регенерации песка от масляных стержней пока еще не получил практического разрешения.

Вопросы для повторения

1. Какое значение имеет механизация приготовления и транспорта земель?
2. Сколько расходуется готовых смесей и свежих формовочных материалов на 1 т годного литья?
3. Где хранятся и как разгружаются свежие формовочные материалы на заводе? Какой запас свежих формовочных материалов хранится на складе?
4. Какой порядок приготовления облицовочной земли для чугунолитья по-сырому?
5. Какой порядок приготовления других формовочных и стержневых смесей?
6. Как устроены горизонтальная и вертикальная печи для сушки земли? В каких случаях применяется та и другая?
7. Для чего и в каких случаях нужно сушить свежую землю и пески?

8. Как устроены барабанные и вибрационные сита? Какие преимущества и недостатки их?
9. Почему шестигранное барабанное сито лучше круглого?
10. Как устроены дробящие бегуны и для чего они применяются?
11. Как устроена шаровая мельница для угля?
12. Зачем и в каких случаях горелая земля пропускается через вальцы и как они устроены?
13. Как работают барабанные и шкивные магнитные сепараторы?
14. Какое значение имеет отделение пыли из горелой земли и как устроен аппарат, служащий для этой цели?
15. Каково устройство лопаточного смесителя и в каких случаях он применяется?
16. Как устроены бегуны Симпсона? Чем они отличаются от обыкновенных бегунов и когда применяются?
17. Как производится загрузка и выгрузка земли в бегунах Симпсона?
18. Что такое вылеживание смеси? Как оно производится?
19. Как устроены дезинтегратор и аэратор? В каких случаях применяется тот или другой?
20. Описать аппараты для приготовления жирных гдин и формовочной краски.
21. Что такое полумеханизированное приготовление земли и в каких случаях оно производится?
22. Для чего служит ройер и как он работает?
23. Как устроен ковшевой элеватор? Для чего он применяется и каковы его преимущества и недостатки по сравнению с наклонным ленточным транспортером?
24. Как устроены ленточные, скребковые и фартучные транспортеры? Для чего они применяются в земледельке?
25. Что такое бункеры? Как устроены их затворы?
26. Как надо делать бункеры, чтобы земля из них свободно выходила?
27. Расскажите порядок приготовления земли вручную.
28. Какие основные правила техники безопасности в земледельке?
29. Что такое машинное время и вспомогательное время?
30. Какие вы знаете дозаторы и фидеры?
31. Какие основные принципы организации и обслуживания рабочего места в земледельке?
32. Что такое регенерация формовочных земель и ее значение?
33. Как производится регенерация глинистых земель сухим и мокрым способами? Какой способ лучше и почему?
34. Какие трудности регенерации песка из масляной стержневой смеси?

Рекомендуемая литература

- Н. П. Тархов, О формовочном песке, Госмашметиздат, 1932.
 К. Карлов, Формовочные материалы, Металлургиздат, 2-е изд., 1934.
 В. П. Юшков, Курс литейного дела для техников и мастеров, ч. 1, Госмашметиздат, М.—Л., 1933.
 Г. Н. Воронин, Литейное дело, ч. 1, Госмашметиздат, М.—Л., 1932.
 В. А. Аронович, Как избежать брака в литейных делах чугуна, изд-во «Долой неграмотность», М., 1927.

Редактор *Л. М. Мариенбах*, корректор *Е. В. Рааская*. Тех. редактор *Р. Г. Нейман*. Изд. № 22. Слано в набор 11/VI-1937. Подп. к печати 4/VIII-1937 г. Индекс М4-45-2-2. Тираж 3000. Печ. листов 11. Бум. листов 5 $\frac{1}{4}$. Печ. знаков в 1 бум. л. 77500. Формат бумаги 82x110/32. Уполи. Главлита Б.10136. Учетн. ввт. л. 18,61. Учетн. № 3580. Зак. № 1093.

3-я тип. ОНТИ. Ленинград, ул. Мок-свенко, 10.

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
79	15 сверху	выемке	приемке

Земледел литейного цеха. Зак. 1083.

-303063-

Цена 2 р. пер. 15 к.

МЧ 45-2-2

RLST



0000000028359

1937