

621.942.3

3-86

И. К. ЗОРИЧ

16.0.16

НАКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛОСКИМИ ПЛАШКАМИ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

ОБОРОНГИЗ 1941

621,9
3-86

И. К. ЗОРИЧ

110-3
ДЕП
621,992.3
3-86

НАКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛОСКИМИ ПЛАШКАМИ

50070
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

110-88
Сичор
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР
Riga
110-96, 08

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1941

Опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
34	3 снизу	$\frac{d}{r}$	$\frac{a}{r}$	авт.
94	7 "	1600 × 800	1000 × 800	считч.

З о р и ч, Накатывание резьбы плоскими плашками.

Зак. 1176.

Книга посвящена описанию работ по накатыванию резьбы плоскими плашками, причем приведены: сущность процесса, операции, выполняемые накатными машинами, материалы, на которых накатывают резьбу плашками, режимы работы, конструкции резьбовонакатных машин и применяемого инструмента, способы наладки их, меры для устранения брака.

Книга предназначена для цеховых работников, которым приходится нарезать резьбу, а также для конструкторов и технологов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	4
Способы изготовления резьбы накатыванием	5
Сущность процесса накатывания резьбы	7
Операции, выполняемые резьбонакатными станками	9
Материалы, подвергаемые накатыванию	12
Рентабельность накатывания	—
Точность накатанной резьбы	15
Поверхность накатанной резьбы	17
Структура накатанной резьбы	18
Прочность накатанной резьбы	19
Определение диаметра заготовки для накатывания резьбы	23
Скорости накатывания резьбы	25
Усилия, возникающие при накатывании резьбы	27
Станки для накатывания резьбы плоскими плашками	30
Классификация	—
Конструкции резьбонакатных станков	35
Плашки	65
Наладка резьбонакатных станков	83
Специфические виды брака, возникающего при накатывании резьбы	84
Стахановские методы работы на резьбонакатных станках	86
Основные правила работы на резьбонакатных станках	88
Приложения	91

ПРЕДИСЛОВИЕ

В течение ряда лет, примерно до 1910 г., резьбу, полученную способом накатывания, нельзя было даже сравнивать с резьбой, полученной путем нарезания, так как накатанная резьба не была достаточно точной и не имела необходимой чистой поверхности. Кроме того, сложность изготовления и сравнительно незначительная стойкость применявшихся в то время накатных плашек ставили под сомнение рентабельность изготовления резьбы по этому способу. В дальнейшем и в особенности за последнее десятилетие с появлением усовершенствованных резьбонакатных машин и применением для изготовления накатных плашек специальных легированных сталей накатанная резьба в отношении точности, чистоты поверхности и прочности превосходит нарезанную резьбу, а также представляет то преимущество, что производительность накатывающих резьбу станков чрезвычайно велика и во много раз превосходит производительность резьбонарезных станков.

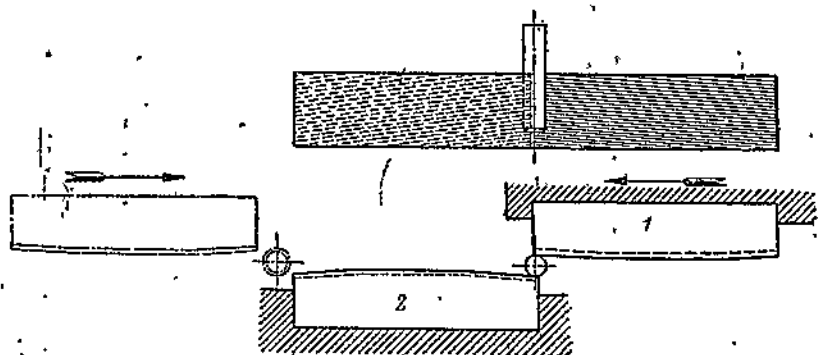
Однако многие производственники еще считают, что накатывание резьбы представляет весьма несовершенный процесс, который можно применять для получения резьбы на деталях, пригодных только для самых неотвественных резьбовых соединений. Вследствие этого значительное количество предприятий, где применение накатывания резьбы могло бы устранить узкие места производства, разгрузив револьверные станки и токарные автоматы, в настоящее время применяет лерки и винторезные головки, работающие при низких скоростях резания с очень малой производительностью.

Это в значительной мере зависит от того, что почти нет литературы, посвященной накатыванию резьбы. Настоящая работа представляет попытку подробно ознакомить заводских работников с современным процессом накатывания резьбы. Книга рассчитана на цеховых работников, занятых в этой области, а также представит интерес для конструкторов, которые вследствие недостаточного знакомства с накатыванием резьбы часто отдают предпочтение нарезной резьбе.

СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБЫ НАКАТЫВАНИЕМ

Основными способами получения резьбы накатыванием являются: 1) накатывание плоскими плашками, 2) накатывание круглыми плашками и 3) накатывание вращающимися роликами.

В настоящее время наибольшее распространение получил процесс накатывания резьбы плоскими плашками; так как в этом случае применяются более дешевые плашки, которые не требуют сложной наладки, применяемые же машины отличаются чрезвычайно жесткой конструкцией, обеспечивающей получение весьма точной резьбы.



Фиг. 1. Накатывание резьбы плоскими плашками.

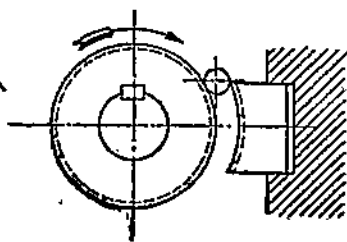
При накатывании резьбы плоскими плашками деталь, на которой необходимо получить резьбу, вставляют между двумя плашками (фиг. 1): подвижной 1 и неподвижной 2; на боковых сторонах этих плашек сделана резьба соответствующего профиля. Подвижная плашка 1 совершает прямолинейное поступательно-возвратное движение и в своем крайнем положении обеспечивает беспрепятственное попадание деталей между плашками. При дальнейшем движении подвижной плашки деталь под действием силы трения входит в пространство между плашками и, вращаясь вокруг собственной оси, получает на поверхности негативный отпечаток профиля плашек.

Прокатившись по всей поверхности плашек, деталь автоматически выпадает; благодаря этому обратный ход плашек не портит поверхности детали, как это часто наблюдается при нарезании резьбы лерками.

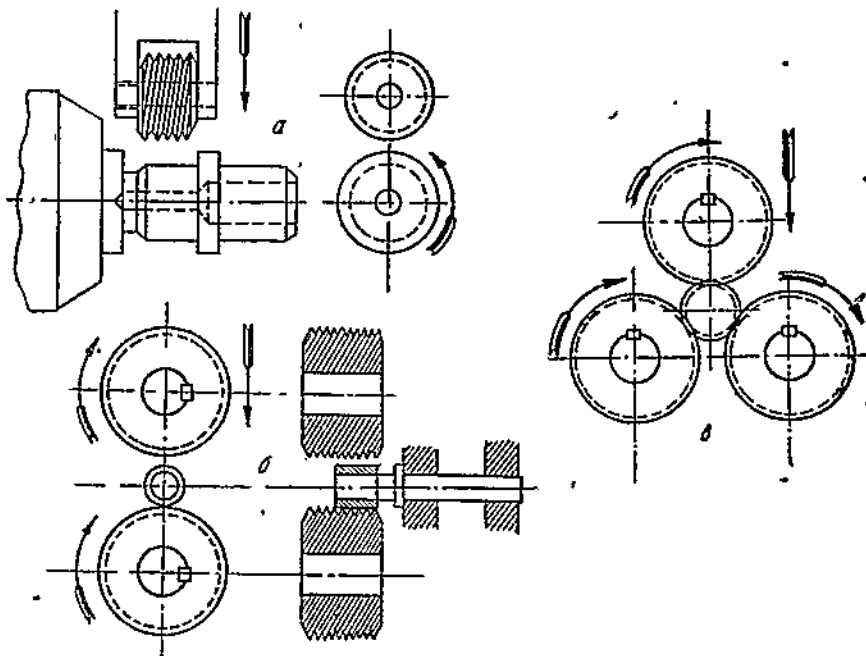
Некоторым недостатком процесса накатывания плоскими плашками следует считать наличие холостого обратного хода.

Накатывание резьбы круглыми плашками и роликами мало распространено, и область применения этих способов весьма ограничена. Попытки применить эти способы вместо накатывания резьбы плоскими плашками, например в машине Стадова¹ (фиг. 2) или в машине Pee-Wee (фиг. 3), еще не дали достаточных результатов.

Накатывание резьбы одним роликом, получающим вращение от трения при соприкосновении с вращающейся деталью (фиг. 3, а), применяют на токарных автоматах или револьверных станках при накатывании резьбы позади буртика, препятствующего употреблению лерки, преимущественно при обработке деталей из мягких металлов (латунь, медь, алюминий).



Фиг. 2. Накатывание резьбы круглыми плашками.



Фиг. 3. Накатывание резьбы вращающимися роликами.

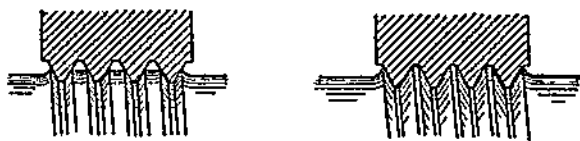
Накатывание резьбы двумя роликами, получающими принудительное вращение в одном направлении (фиг. 3, б), применяют при накатывании тонкостенных деталей.

¹ „Новости техники“ № 20, 1937.

Накатывание резьбы тремя роликами, получающими принудительное вращение в одном направлении (фиг. 3, а), применяют при накатывании резьбы для винтов по дереву диаметром от 12 мм и выше.

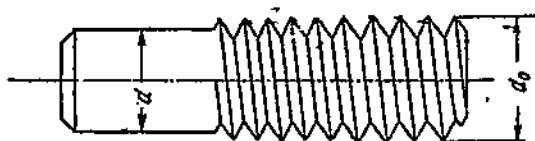
СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Накатывание резьбы состоит в том, что помещенная между накатывающими инструментами заготовка с гладким стержнем под



Фиг. 4. Образование резьбы при накатывании.

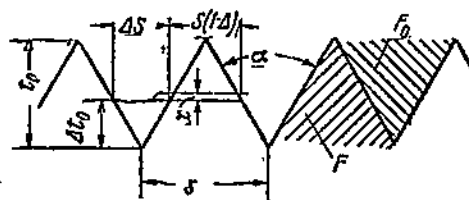
действием радиальных усилий получает на своей поверхности негативный отпечаток поверхности инструмента. Вследствие возникающих при этом тангенциальных усилий заготовка вращается и



Фиг. 5. Накатанная резьба.

отпечаток профиля плашек распространяется по всему периметру заготовки. При постепенном вдавливании накатывающего инструмента в тело заготовки происходит вытеснение материала заготовки; при достаточно глубоком вдавливании инструмента материал полностью заполняет углубления на поверхности накатывающих инструментов (фиг. 4). Таким образом при накатывании резьбы происходит пластическое деформирование поверхности заготовки, вызывающее изгиб наружных волокон материала. Поэтому наружный диаметр накатанной детали d_0 (фиг. 5) всегда будет больше диаметра заготовки d .

При накатывании резьбы заготовка вращается между плашками с канавками, соответствующими профилю наносимой резьбы, причем канавки постепенно вдавливаются в тело заготовки. Вследствие этого вытеснение материала заготовки, образующего резьбу,



Фиг. 6. Контур накатываемой резьбы.

происходит неравномерно, по мере проникновения зубьев накатных плашек в тело, и подчиняется параболическому закону, так как профиль резьбы представляет треугольник.

Пренебрегая незначительным закруглением профиля у резьбы Витворта и срезом вершины у метрической резьбы и принимая, что профиль резьбы представляет правильный треугольник, получим (фиг. 6):

$$F = t_0 \frac{S}{2} = t_0 t_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = t_0^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Это показывает, что увеличение вытесняемого процессом накатывания резьбы объема пропорционально квадрату глубины.

При накатывании резьбы примерно только четвертая часть объема материала, идущего на образование резьбы, получается путем вытеснения материала. Так, пренебрегая разницей между положением центра тяжести площади впадины между зубцами F_0 и площади треугольника резьбы F , можно считать, что глубина проникновения зубчатых канавок при накатывании резьбы равна примерно половине высоты профиля резьбы t_1 , так как впадины между зубцами плашки заполняются вытесненным материалом.

Вследствие этого получаем:

$$F = t_1^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{t_1^2}{4} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

где

$$t_1 = \frac{t_0}{2}.$$

Фиг. 7. Зависимость приращения диаметра резьбы x и объемного вытеснения материала F от глубины проникновения резьбового профиля t_0 .

Приращение диаметра резьбы x в процессе накатывания также пропорционально квадрату глубины проникновения резьбового профиля плашек и может быть выражено следующей зависимостью:

$$\Delta S \frac{\Delta t_0}{2} = (1 - \Delta) Sx - x^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = (1 - \Delta) Sx - x^2 \frac{S}{2t_0},$$

откуда

$$\begin{aligned} x &= t_0 (1 - \Delta) \pm \sqrt{t_0^2 (1 - \Delta)^2 - \Delta^2 t_0^2} = \\ &= t_0 (1 - \Delta) \pm \sqrt{t_0^2 - 2\Delta t_0^2}. \end{aligned}$$

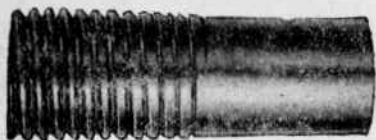
На фиг. 7 графически показано приращение диаметра x для резьбы М30 (кривая 1) и объемное вытеснение материала, образующего резьбу (кривая 2), а на фиг. 8 изображена накатанная коническая заготовка, на которой ясно заметно сначала медленное,

а затем быстрое увеличение диаметра резьбы по мере увеличения ее глубины.

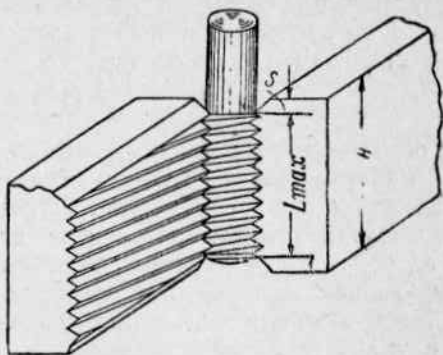
Так как при накатывании заготовка не перемещается в вертикальном направлении, то это дает возможность накатывать резьбу до головки, исключая расстояние, равное величине фаски плашки (фиг. 9).

Эта фаска необходима для предупреждения выкрашивания крайних ниток резьбы.

Направление вращения заготовки не связано с получе-



Фиг. 8. Резьба, накатанная на конической заготовке.



Фиг. 9. Максимальная длина резьбы, получаемой за один проход.

нием резьбы того или иного направления, как это имеет место при нарезании плашкой. Получение правой или левой резьбы зависит от направления угла наклона резьбы на плашках.

ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ РЕЗЬБОНАКАТНЫМИ СТАНКАМИ

Накатывание резьбы плоскими плашками применяется при обработке деталей диаметром 2—50 мм; при этом резьбу диаметром до 40 мм накатывают, не нагревая заготовок, а для накатывания более крупных заготовок их нагревают, так как при накатывании изделий больших диаметров без нагревания изделия во время обработки нагреваются настолько, что их температура достигает зоны синеломкости, отчего получается массовый брак деталей.

Длина резьбы, накатываемой за один проход, зависит от высоты плашек. Этот размер не является стандартным в станках различных фирм; чаще всего высота плашек равна 5—10 максимальным диаметрам накатываемой станком резьбы. Обычно за один проход плашек накатывается полный профиль резьбы требуемой высоты, однако, при необходимости получить длинную резьбу накатывание можно производить в несколько проходов. Таким образом максимальная длина резьбы, накатываемой за один проход, L_{max} (фиг. 9) ограничивается высотой плашек данного станка; максимальная длина резьбы, накатываемой с одного конца за несколько проходов, L_{max} (фиг. 10) зависит от расстояния от плашек до дна станины.

При правильной наладке станка для накатывания длинной резьбы в несколько проходов место совпадения ниток резьбы предыдущего и последующего проходов настолько сглаживается, что при навинчивании проходного резьбового кольца 2-го класса точности место соединения ниток незаметно и кольцо проходит без задержки.

Так как плашки имеют фаски, то считают, что максимальная длина резьбы, накатываемой за один проход:

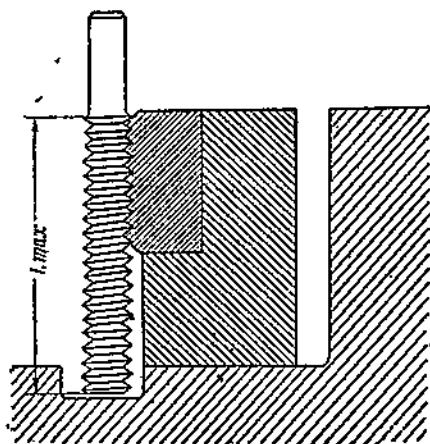
$$l_{\max} = H - 2S,$$

где H — высота накатной плашки в мм, S — шаг резьбы.

Минимальная длина накатываемой резьбы зависит от диаметра детали и способов подачи заготовки.

В полуавтоматических станках минимальная длина резьбы определяется значительным увеличением брака, вызываемого перекашиванием деталей при накатывании, а в автоматах — значительными потерями вследствие непопадания заготовок из загрузочного магазина в плашки.

По данным Харьковского электромеханического завода, на наиболее распространенных резьбонакатных станках можно получать резьбу следующих размеров:



Фиг. 10. Максимальная длина резьбы $L_{\max}$, получаемой за несколько проходов.

1. Автомат Кайзер модель РУС нарезает резьбы диаметром 3—6 мм, причем $l_{\min}$ соответственно колеблется от 8 до 12 мм, а $l_{\max} = L_{\max} = 42$ мм.

2. Автомат Кайзер модель РКС нарезает резьбы диаметром 6—10 мм при $l_{\min} = 12$ —15 мм и $l_{\max} = L_{\max} = 60$ мм.

3. Автомат Кайзер модель РЛС нарезает резьбу диаметром 10—16 мм при $l_{\min} = 15$ —24 мм и $l_{\max} = L_{\max} = 80$ мм.

4. Полуавтомат Харьковского электромеханического завода нарезает резьбу диаметром 3—10 мм при $l_{\min} = 3$ —8 мм, $l_{\max} = 45$ мм и $L_{\max} = 125$ мм.

5. Полуавтомат завода им. Ленина (Одесса) нарезает резьбу диаметром 8—24 мм при $l_{\min} = 7$ —22 мм, $l_{\max} = 70$ мм и $L_{\max} = 150$ мм.

6. Полуавтомат Кизерлинг и Альбрехт модель KW3a нарезает резьбу диаметром 10—36 мм при $l_{\min} = 8$ —30 мм; для резьб диаметром 10—20 мм $l_{\max} = 95$ мм и $L_{\max} = 200$ мм, а для резьб диаметром 22—36 мм $l_{\max} = 70$ мм и $L_{\max} = 175$ мм.

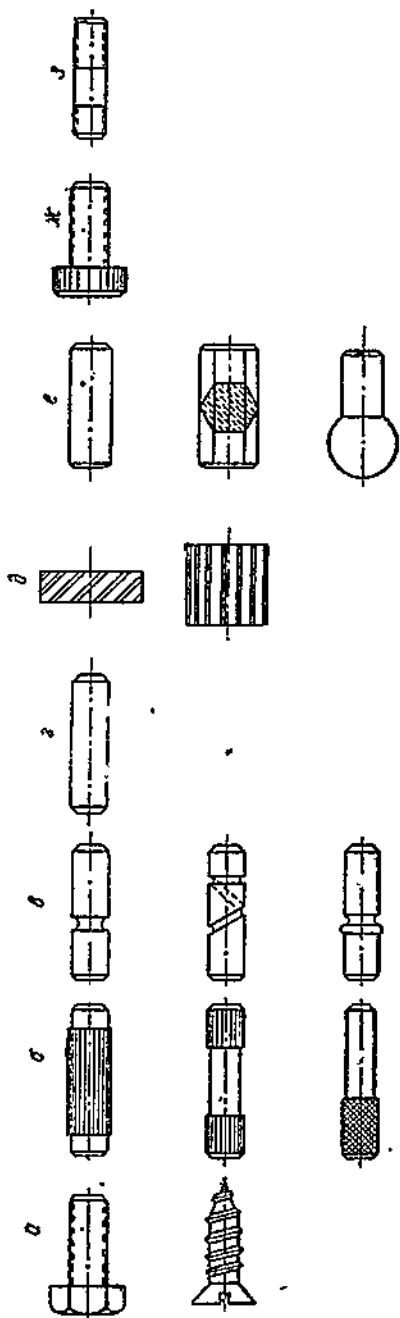
На резьбонакатных станках, помимо различных резьб (фиг. 11, а), можно также накатывать рифление (фиг. 11, б), канавки и буртики (фиг. 11, в), клейма (фиг. 11, г) и шестерни (фиг. 11, д).

Наконец, резьбонакатные станки часто используют для калибровки деталей различных сечений (фиг. 11, *е*), причем уменьшение диаметра заготовки должно быть не больше 0,04—0,08 мм.

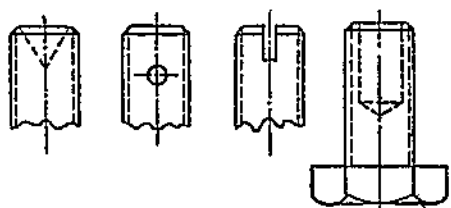
Чтобы увеличить производительность станка, применяют специальные (комбинированные) плашки, что дает возможность производить одновременно две различные операции, например накатывание рифления и резьбы (фиг. 11, *жс*) или накатывание резьбы на обоих концах детали (фиг. 11, *з*).

Для получения доброкачественных деталей без брака необходимо учитывать, что вследствие развивающихся при накатывании значительных усилий всякое ослабление поперечного сечения детали вызовет в этом месте раздавливание заготовки; поэтому сверление продольных и поперечных отверстий, прорезание шлицев, зацентрирование и тому подобные операции (фиг. 12) надо производить после накатывания.

Общая длина накатываемой детали зависит от типа применяемого оборудования, причем на автоматах эта длина ограничена конструкцией подающего механизма; чаще всего максимальная длина накатываемых деталей составляет 1,5—2,0



Фиг. 11. Операции, выполняемые накатными станками.



Фиг. 12. Детали с ослабленным поперечным сечением.

высоты плашки; на полуавтоматах с вертикальной подачей максимальная длина детали может быть в 10—15 раз больше высоты плашки.

На станках с горизонтальной подачей можно накатывать очень длинные детали (до 3—4 м).

МАТЕРИАЛЫ, ПОДВЕРГАЕМЫЕ НАКАТЫВАНИЮ

Необходимым условием для получения доброкачественных изделий является пластичность материала, из которого эти изделия изготовляют; однако, до настоящего времени нет определенных условий на приемку материалов для изделий, подвергаемых накатыванию. Поэтому пригодность материалов для накатывания обычно определяют путем изготовления опытных образцов на резьбо-накатном станке.

Практика показала, что особенно хорошо поддаются накатыванию малоуглеродистые стали, содержащие до 0,4% углерода, латунь марки Л62, медь, алюминий и его сплавы. Стали, содержащие более 0,4% углерода, поддаются накатыванию значительно труднее и требуют уменьшения скорости накатки, иначе плашки быстро выходят из строя.

Латунь марок Л-58 и Л-59 и бронза также поддаются накатыванию, однако, получить на них доброкачественную резьбу диаметром свыше 16 мм весьма трудно.

Инструментальные стали У10, У10А, У12, У12А применяют при изготовлении метчиков путем накатывания.

Как показала практика, большинство неудачных опытов по накатыванию резьбы обусловлено не незначительной пластичностью материала, а наличием наклепа, вызванного предыдущей обработкой.

Поэтому для успешного накатывания и получения доброкачественных изделий необходимо, чтобы материал не имел значительного наклепа; наклепанные детали перед накатыванием надо отжигать. В особенности это необходимо при обработке мало пластичных материалов (стали, содержащие свыше 0,25% углерода, бронза, латунь), если перед накатыванием материал подвергают волочению (с большим обжатием поперечного сечения) или холодной высадке.

Посредством накатывания можно получать резьбу на биметаллах, причем тонкий наружный слой цветного металла не перерезается, как это имеет место при нарезании резьбы, а только изгибается; благодаря этому поверхностный слой металла не нарушается. Это дает возможность изготовлять ряд разнообразных деталей из биметаллов и экономить значительное количество цветных металлов.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ НАКАТЫВАНИЯ

Основное преимущество накатывания по сравнению с другими способами получения резьбы состоит в чрезвычайно высокой производительности этого процесса, что удешевляет себестоимость изготавливаемых изделий.

Возможность применять при накатывании высокие скорости, превышающие скорость нарезания лерками примерно в 9 раз и скорость нарезания винторезными головками примерно в 6 раз, одновременное накатывание любого числа питок резьбы, в пределах высоты плашки за один проход, а также высокая стойкость и жесткая конструкция накатывающих плашек, что устраняет частую регулировку станка, являются характерными особенностями, которые выгодно отличают накатывание от других способов получения резьбы.

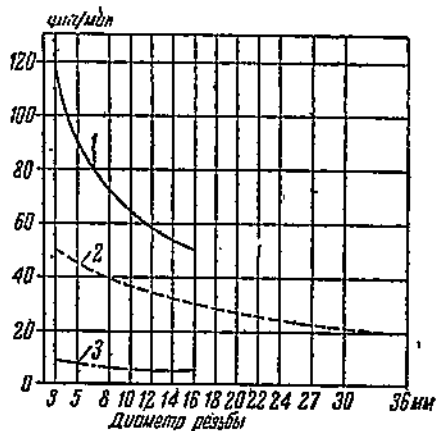
Сравнение кривых производительности резьбонакатных автоматов и полуавтоматов с кривыми нарезания резьбы лерками на револьверных станках (фиг. 13) показывает, что производительность автоматов примерно в 10—12 раз выше, чем револьверных станков, а производительность полуавтоматов примерно в 5 раз больше производительности револьверных станков.

Значительную экономию дает применение накатывания для точных резьб вместо нарезания их резцами или гребенками. Так, по данным завода „Красный гвоздильщик“ (Ленинград), применение накатывания для изготовления метчиков ($1\frac{1}{2}''$) увеличило производительность примерно в 20 раз; норма времени на предварительное и окончательное нарезание метчика резцом составляла 11,6 мин., тогда как при накатывании 0,06 мин.

Помимо всего этого, внедрение накатывания резьбы содействовало развитию процесса холодного высаживания металлов и дало возможность расширить область его применения, так как нарезание резьбы лерками и винторезными головками холодно-высаженных заготовок, особенно при резьбе малых диаметров (2—6 мм), весьма затруднительно и при резьбе под головку часто бывает невозможно.

Между тем, применение при холодной посадке процесса редуцирования, состоящего в вытягивании стержня заготовки специальной плашкой с размера, необходимого для нарезания резьбы, до размера, требующегося для накатывания (фиг. 14), а при малых длинах недохода резьбы до головки (около 0,5—0,75 диаметра резьбы) введение подголовника (фиг. 15) дало возможность получать доброкачественные изделия, причем накатанная резьба не выступает над той частью заготовки, на которой нет резьбы.

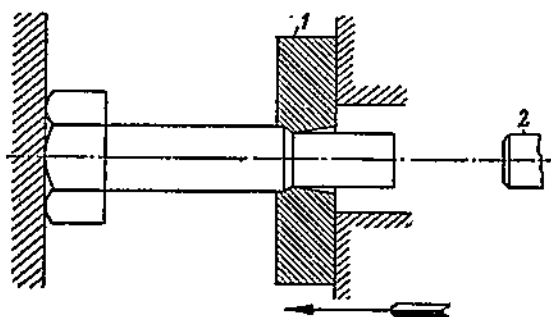
Кроме этого, оказывается выгодным накатывать резьбу на точеных деталях, так как протачивание двух уступов (фиг. 16),



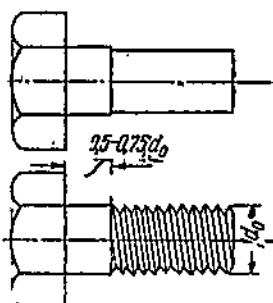
Фиг. 13. Производительность различных способов получения резьбы.
1 — накатывание на автомате, 2 — накатывание на полуавтомате, 3 — нарезание леркой на револьверном станке.

обычно выполняемое вторым резцом одновременно с основным протачиванием, не требует дополнительного времени на обработку.

По данным Харьковского электромеханического завода, время, необходимое для изготовления 1000 болтов М12Х40 ОСТ 1719 из стали 4 нарезанием и накатыванием, относится, как 1,27 : 1.



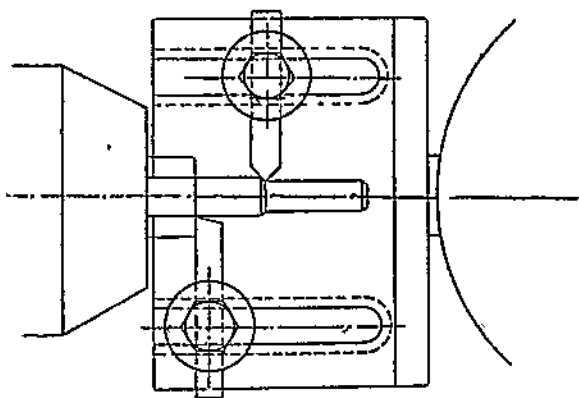
Фиг. 14. Редуцирование болта.
1—подвижная плашка, 2—выталкиватель.



Фиг. 15. Болт с подго-
ловником.

Вследствие этого на ряде заводов накатывание резьбы почти полностью вытеснило нарезание. Укоренившееся мнение о выгоде применения накатывания резьбы только при массовом или

крупносерийном производстве совершенно не соответствует действительности. Опыт ряда заводов показал, что накатывание резьбы даже при мелкосерийном производстве и отсутствии специального оборудования оказывается выгодным, причем вместо резьбонакатных станков используют шпинги или эксцентриковые прессы. Так



Фиг. 16. Протачивание заготовки одновременно
двумя резцами.

как квалифицированный настройщик, располагая доброкачественными плашками, может наладить резьбонакатный станок за 15—20 мин., то на некоторых заводах даже небольшие партии деталей предпочитают обрабатывать на этих станках. Примером может служить Харьковский электромеханический завод, где при изготовлении шпилек, винтов и других деталей с резьбой 2-го класса точности размер минимальной партии составляет 500 деталей. На этом же заводе, допуская некоторое пролеживание деталей и собирая

детали малой партии одного диаметра, но разной длины резьбы для одной настройки, изготавливают партии по 50—60 деталей.

Накатывание резьбы значительно сокращает расходы на инструмент. Так, по данным Харьковского электромеханического завода, на изготовление двухсторонней накатной плашки М10, выдерживающей накатывание 250 000 деталей, приходится затратить 17,2 час., причем зарплата составляет 24,8 руб., тогда как для изготовления лерки М10, выдерживающей до полного износа нарезание 1500 деталей, требуется 0,44 час., причем зарплата составляет 1,7 руб. При этих условиях стоимость инструмента для изготовления 1000 деталей путем накатывания относится к стоимости изготовления при помощи лерок, как 1:11.

ТОЧНОСТЬ НАКАТАННОЙ РЕЗЬБЫ

Точность накатанной резьбы зависит не только от установки плашек, наладки и состояния станка, но и от диаметра заготовки, а также от точности изготовления и формы плашек.

При накатывании резьбы не происходит снятия материала в виде стружек, и площадь поперечного сечения заготовки практически остается постоянной (приращение длины отсутствует), поэтому всякое изменение размера заготовки вызывает изменение размеров резьбы.

Если при нарезании резьбы излишек материала заготовки можно превратить в стружку и получить резьбу требуемого размера, то при накатывании применение заготовок несоответствующего диаметра вызывает увеличение среднего диаметра резьбы, что обуславливает массовый брак изделий.

Обычно путем накатывания получают резьбу 2-го класса точности, причем благодаря полной механизации процесса, жесткой конструкции станка и инструмента отклонения в резьбе располагаются более равномерно, чем при нарезании.

Применяя специальные, изготовленные более точно и более совершенной формы плашки, накатыванием можно получать резьбу 1-го класса точности. Вследствие этого накатывание начинают применять для получения точной резьбы при изготовлении микрометрических винтов и метчиков.

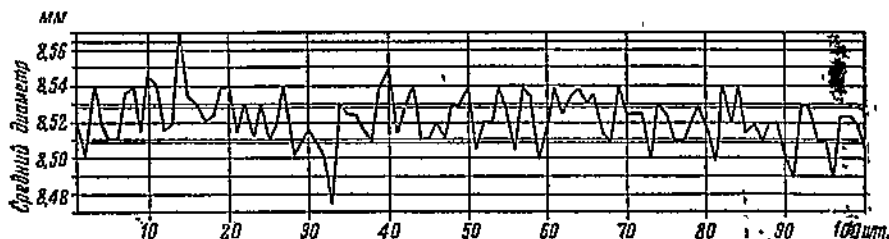
Исследование, проведенное на заводе «Красный гвоздильщик», показало, что из 100 метчиков с резьбой В $\frac{3}{8}$ ", взятых из пробной партии в 5000 шт., 96% имели отклонения по среднему диаметру до 0,05 мм, причем основная масса метчиков (85%) имела отклонения только до 0,03 мм. Измерения угла и шага резьбы показали, что отклонения на половину угла составляют от +0,20' до -0,30', а отклонения по шагу на длине 25 мм составляют до 0,03 мм.

Таким образом путем накатывания можно изготавливать метчики по классу Е (допуск на изготовление 0,036 мм для данного диаметра резьбы), причем получится весьма незначительное количество метчиков, которые придется отнести к классу Н (допуск на изготовление 0,058 мм).

Однако, в приведенном выше примере вследствие уменьшенного диаметра заготовки большинство изготовленных метчиков, несмотря на достижение весьма малых допусков, вышло за пределы годных (фиг. 17).

Накатывающие плашки должны быть изготовлены весьма точно, так как накатанная резьба фактически представляет негативный слепок профиля плашек и все неточности плашек во всех элементах резьбы переносятся на изделие.

Точность плашек в свою очередь зависит от точности применяемой при их изготовлении фрезы, точность же фрезы зависит от точности резбонарезной гребенки.



Фиг. 17. Отклонения среднего диаметра накатанных метчиков.

Значительное влияние на точность накатанной резьбы оказывают качество и термообработка материала, из которого делают плашки; надо, чтобы они возможно меньше коробились при закалке и обладали максимальной стойкостью.

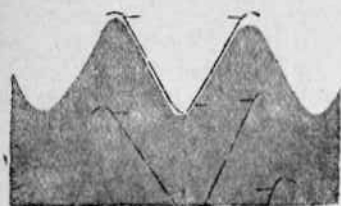
Неменьшее значение имеет также геометрия плашек, так как от этого сильно меняются характер и величины возникающих при накатывании усилий. Чрезмерно быстрое увеличение значительного и непостоянного по величине радиального давления накатки в процессе работы вызывает эллиптичность резьбы.

Опыты Зельтмана¹ показывают, что при накатке винтов диаметром $1\frac{1}{4}$ " из стали St 34,13 в зависимости от форм применяемых плашек эллиптичность винта по среднему диаметру изменялась от 0,05 до 0,15 мм.

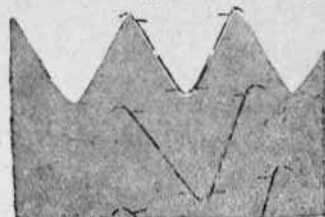
Эллиптичность резьбы, являющаяся функцией величины радиального давления для плашек определенной формы, зависит от диаметра накатываемой резьбы. Например плашки при накатывании резьбы диаметром $1\frac{1}{4}$ " дают эллиптичность среднего диаметра в 0,05 мм, тогда как при накатывании плашками такой же формы резьбы $\frac{3}{4}$ ", эллиптичность среднего диаметра составляет 0,03 мм.

¹ R. Selman, Über das Gewinderollen unter besonderer Berücksichtigung der Gewinderollbacken und der plastischen Materialverformung, Breslau, 1930.

Поверхность накатанной резьбы отличается от поверхности, полученной путем нарезания, значительно меньшей шероховатостью, причем величина шероховатости резьбы в значительной мере зависит от применяемых при накатывании плашек (фиг. 18—21).



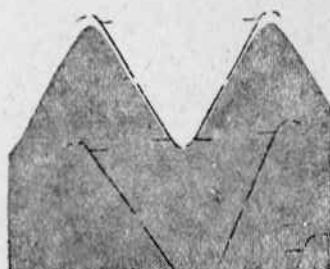
Фиг. 18. Поверхность резьбы, нарезанной леркой.



Фиг. 19. Поверхность резьбы, нарезанной резцом.

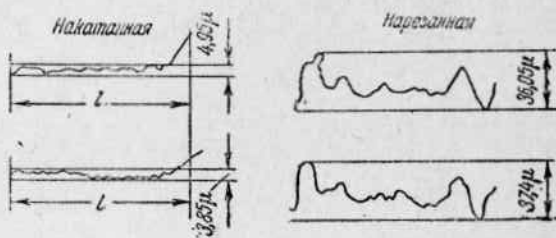


Фиг. 20. Поверхность резьбы, накатанной плашкой.



Фиг. 21. Поверхность резьбы, накатанной притертой плашкой.

По данным Мютце¹, максимальная шероховатость резьбы, накатанной непритертыми плашками, составляет $4,95 \mu$, тогда как шероховатость резьбы, нарезанной леркой, составляет $37,4 \mu$ (фиг. 22). Примерно такие же данные получил Кизельветтер², указывающий, что средние значения шероховатости нарезанной и накатанной резьб относятся при нарезании леркой примерно, как 6 : 1, при нарезании резцом — примерно, как 2 : 1.



Фиг. 22. Шероховатость нарезанной и накатанной резьб.

¹ „Maschinenbau“, № 11/12, 1936.

² „American Machinist“, 24/XII, 1932.

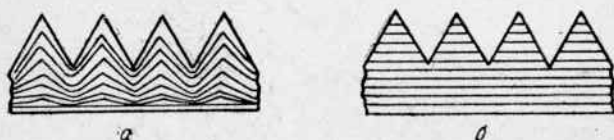
Так как чистота поверхности резьбы значительно зависит от состояния режущего инструмента, то фрезы, применяемые при изготовлении накатывающих плашек, необходимо обязательно шлифовать и правильно затачивать их режущие грани.

Для получения нарезок с исключительно гладкой, приближающейся к полированной, поверхностью применяют притертые плашки, которые широко употребляют при изготовлении точных резьб на винтах, метчиках и т. п.

Помимо улучшения прочности резьбы и лучшего сопротивления износу, гладкая поверхность накатанной резьбы также увеличивает устойчивость против коррозии.

СТРУКТУРА НАКАТАННОЙ РЕЗЬБЫ

Одним из преимуществ накатывания резьбы по сравнению с нарезанием является отсутствие перерезывания волокон материала (фиг. 23).



Фиг. 23. Расположение волокон материала при накатывании (а) и нарезании (б) резьбы.

Для определения расположения волокон прутков стали 25 диаметром 80 мм был проточен до диаметра 21,8 мм, и затем на одном конце полученного стержня была нарезана резьба М22, а на



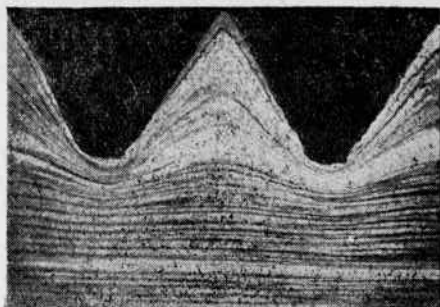
Фиг. 24. Макрошлиф заготовки с накатанной и нарезанной резьбами.

другом — накатана резьба М24. Столь значительным стачиванием старались получить резьбу с явно выраженным волокнистым строением, характерным для ликвационной зоны сердцевины материала. На макрошлифе (фиг. 24) отчетливо выражен изгиб волокон материала и фосфорных включений. Еще лучше это выражено на

фиг. 25, представляющей шлиф детали с накатанной резьбой $1\frac{1}{4}''$, после протачивания мягкой литой стали с диаметра 60 мм на 29,1 мм (белые полосы представляют фосфористые включения). На этом макрошлифе легко заметить, что давление накатывания оказывает влияние на внутреннее строение материала на небольшую глубину.

Лежащие ниже волокна изгибаются весьма незначительно, и давление проникает вглубь максимум на половину высоты резьбы. Максимальное сжатие волокон материала происходит на дне впадины зуба резьбы.

Структурные изменения материала, вызываемые накатыванием резьбы, выражаются в измельчении кристаллов феррита, причем зона деформированного материала распространяется в основании зуба примерно на глубину резьбы.



Фиг. 25. Макрошлиф заготовки с накатанной резьбой.

ПРОЧНОСТЬ НАКАТАННОЙ РЕЗЬБЫ

Проверке прочности накатанной резьбы посвящен ряд исследований, причем во всех случаях отмечено преимущество накатанной резьбы. Так, инж. Кольчин и Чегис¹ в лаборатории завода «Красный гвоздильщик» сравнивали прочность накатанной и нарезанной резьб диаметром $\frac{5}{16}''$, $\frac{3}{8}''$ и $\frac{1}{2}''$ на стали следующего состава (табл. 1).

Химический состав стали в %

Таблица 1

№ мотка	Диаметр резьбы в дюймах	C	Mn	Si	P	S
1	$\frac{5}{16}$	0,1	0,87	0,017	0,026	0,043
2	$\frac{5}{16}$	0,3	0,73	0,01	0,024	0,051
3	$\frac{3}{8}$	0,06	0,73	0,003	0,031	0,050
4	$\frac{1}{2}$	0,04	0,44	—	—	—
5	$\frac{1}{2}$	0,07	0,41	—	—	—

Все заготовки перед накатыванием и нарезанием были отожжены при 750° в течение 3 час.

¹ «Металлург» № 2, 1929.

Резьбу испытывали на сопротивление разрыву, срезу и динамической нагрузке ударом. Полученные при этом средние значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты механических испытаний резьб

№ пункта	Диаметр и способ получения резьбы	Времен- ное сопро- тивление разрыву кг/мм ²	Относи- тельное удлине- ние на длине 35 мм %	Попе- речное сжатие %	Времен- ное сопроти- вление срезу кг/мм ²	Сопро- тивле- ние удару кгм/мм ²
1	5/16" нарезанная	39	30	57	—	—
1	5/16" накатанная	50	17	41	—	—
2	5/16" нарезанная	46	25	48	—	8,32
2	5/16" накатанная	56	10	36	—	5,8
3	3/8" нарезанная	35	29	60	36,5	—
3	3/8" накатанная	43	13	52	37	—
4	1/2" нарезанная	39	29	55	34	—
4	1/2" накатанная	50	17	51	36	—
5	1/2" нарезанная	42	28	49	37	—
5	1/2" накатанная	52	17	52	39	—

Эти данные показывают, что прочность накатанной резьбы превышает прочность нарезанной в среднем на 25% при разрыве, на 50% при срезе, но при динамической нагрузке прочность накатанной резьбы уменьшается на 40%.

Значительный интерес представляет работа Шимца¹, исследовавшего прочность накатанной и нарезанной резьбы при разрывной нагрузке.

Таблица 3

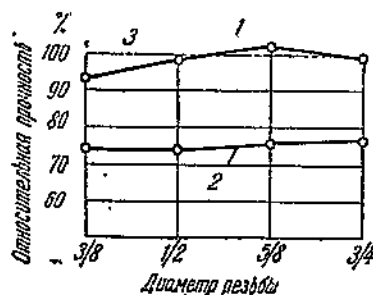
Химический состав стали в %

Диаметр резьбы в дюймах	C	Mn	P	S
3/8	0,08	0,35	0,01	0,04
1/2	0,05	0,4	0,063	0,05
5/8	0,06	0,57	0,04	0,016
3/4	0,07	0,55	0,086	0,024

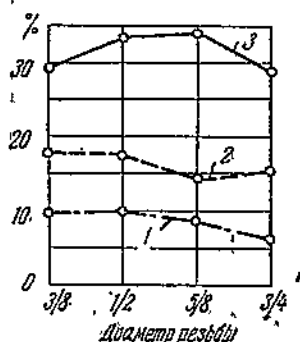
Изучались накатанные и нарезанные винты диаметром 3/8", 1/2", 5/8" и 3/4", изготовленные из стали (табл. 3). Полученные результаты приведены в табл. 4 и на фиг. 26 и 27, откуда видно не только общее увеличение прочности накатанной резьбы на разрыв,

¹ Maschinenbau der Betrieb, H. 1, 1932:

но и за счет чего возрастает прочность накатанной резьбы. Так, на фиг. 26 показано, что прочность накатанной резьбы превышает прочность нарезанной на 20—30%, а на фиг. 27 графически изображено влияние резьбовых зарубок, упрочнения резьбы и стержня.

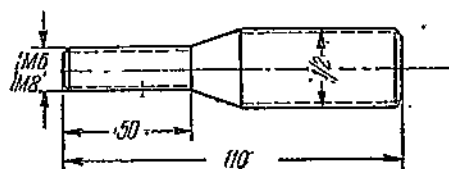


Фиг. 26. Прочность накатанной 1, нарезанной 2 резьбы и гладкого стержня 3.



Фиг. 27. Увеличение прочности накатанной резьбы под действием вруба нарезки 1, упрочнение резьбы 2 и стержня 3.

при накатывании. Наибольшее влияние на увеличение прочности накатанной резьбы оказывает наклеп стержня в процессе накатывания. Сумма всех этих трех упрочнений настолько увеличивает прочность заготовки, что накатанная резьба по прочности на разрыв примерно соответствует прочности цельного стержня с диаметром, равным наружному диаметру резьбы.



Фиг. 28. Образец для ударных испытаний на разрыв.

По данным исследования Рейхеля¹, при испытании на разрыв получены аналогичные результаты, причем среднее увеличение прочности накатанных болтов по сравнению с нарезанными составило 20%.

Испытание на Харьковском электромеханическом заводе прочности накатанной и нарезанной резьбы под действием удара (проверка динамической прочности) на 30-кг маятниковом копре образцов с резьбой М6 и М8 (фиг. 28) показало уменьшение ударной и удельной работы накатанной резьбы, однако, это уменьшение в смысле динамической прочности относится к нетермообработанным

¹ W. Reichel, Festigkeitseigenschaften kaltwalzter Schrauben, V. D. I. B. 75, 1931.

винтам, а при термообработке прочность накатанной резьбы превышает прочность нарезанной (табл. 5).

Таблица 5

Динамическая прочность резьб

Резьба	Способ получения резьбы	Работа удара кгм	Удельная работа кгм/см ²	Термообработка
M6	Нарезание	13,8	80	Неотожженные
	Накатывание	7,3	41,9	
M8	Нарезание	26,9	83,9	Неотожженные
	Накатывание	21,8	68,3	
M6	Накатывание	—	36,3	Неотожженные
	Накатывание	—	86,8	Отожженные
M8	Накатывание	—	56,4	Неотожженные
	Накатывание	—	Не разорвался	Отожженные

На основании всего этого можно сделать следующее заключение:

1. При статических нагрузках, действующих на разрыв и на срез, прочность накатанной резьбы выше, чем нарезанной, в среднем на 20—30% при разрывной нагрузке и на 5% при нагрузке на срез.

2. При динамических нагрузках нарезанная резьба превосходит по прочности накатанную, однако, если накатанную резьбу подвергать термической обработке (улучшение или отжиг), то прочность ее превосходит прочность нарезанной резьбы для нагрузок любого рода.

Следует отметить, что накатанную резьбу без термической обработки (улучшения) не следует применять в ответственных соединениях не только при динамической нагрузке, но и при нагревании деталей примерно до 700°, так как возникает опасность рекристаллизации металла.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ

Несмотря на наличие значительного количества формул, предназначенных для определения диаметра заготовки для накатывания резьбы, все они дают только приближенные результаты. Это объясняется тем, что на величину диаметра заготовки значительное влияние оказывает ряд факторов, которые не входят в формулы. Основными из этих факторов являются: 1) профиль нарезки, 2) заданная точность, 3) род материала и 4) состояние поверхности заготовки.

Поэтому для резьб с симметричным профилем в зависимости от указанных причин диаметр заготовки для накатывания резьбы мо-

жет быть либо несколько больше среднего номинального диаметра резьбы, либо равным ему, либо несколько меньше среднего диаметра.

Ниже приведены формулы различных фирм для подсчета диаметра заготовки симметричных резьб, причем приняты следующие обозначения:

- δ — диаметр заготовки;
- d_0 — наружный диаметр резьбы;
- d_1 — внутренний диаметр резьбы;
- s — шаг резьбы;
- t — глубина резьбы.

Фирмы Кайзер (Германия), Ватербюри (США) и другие дают следующую формулу:

$$\delta = d_{cp},$$

т. е. диаметр заготовки равен среднему диаметру резьбы.

В Machinery Handbook, в «Справочнике металлста» и др. дана формула:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{2}(d_0^2 + d_1^2)},$$

т. е. диаметр заготовки превышает средний диаметр резьбы на 0,03—0,08 мм.

Американская формула (Reports of the Thread) имеет следующий вид:

$$\delta = \sqrt{d_0^2 - 1,3 d_0 s + 0,6 s^2},$$

т. е. диаметр заготовки превышает средний диаметр резьбы на 0,01—0,03 мм.

Фирма Менвилль (США) дает формулу

$$\delta = d_0 - (s \cdot K),$$

где K — коэффициент, меняющийся в зависимости от диаметра резьбы.

Диаметр резьбы	K
До $1/8''$	0,55
$1/8 - 3/16''$	0,6
$3/16 - 1/4''$	0,65
Свыше $1/4''$	0,7

Для определения диаметра заготовок шурупов по дереву (несимметричная резьба) пользуются формулой:

$$\delta = d_1 + 1,15 \frac{t^2}{s} + 0,77 \frac{t}{s d_1}.$$

Эти формулы не определяют допусков на изготовление заготовок, поэтому ими обычно пользуются как ориентировочными или при изготовлении неточных резьб, например при накатывании шурупов для дерева. Для получения точных данных, соответствующих определенной резьбе, материалу и применяемому способу изготовления, диаметр заготовки обычно находят практически, нака-

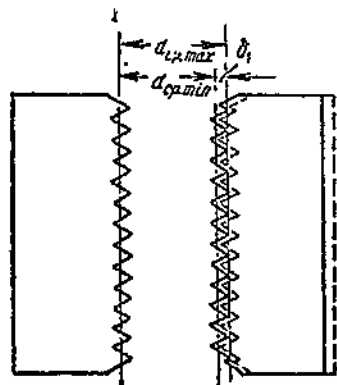
тывая резьбу на образцах различных диаметров с интервалами 0,01—0,02 мм. При этом в качестве исходного размера рекомендуется принимать средний диаметр резьбы, с тем чтобы часть изготовленных образцов получилась меньше среднего диаметра резьбы, а часть больше. При накатывании образцов по мере изменения их диаметра регулируют установку плашек примерно на величину допуска по среднему диаметру резьбы, проверяя регулировку при помощи предельных резьбовых колец.

В табл. 6 указаны диаметры заготовок для накатывания метрической резьбы.

Некоторые производители утверждают, что при накатывании на вязком материале происходит весьма значительное увеличение общей длины детали, отчего якобы уменьшается поперечное сечение заготовки, и поэтому диаметр заготовки из вязких материалов необходимо увеличивать. Однако проведенные автором испытания не подтвердили этого, так как не наблюдалось значительного увеличения общей длины деталей, изготовленных даже из вязких металлов (алюминий и медь). Это подтверждает практика производства, так как обычно заготовки из стали средней твердости и мягкой меди для накатывания берут одинакового диаметра.

При накатывании резьбы происходит изменение только формы поперечного сечения детали, а его площадь практически остается постоянной. Поэтому всякое отклонение размеров заготовки как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения диаметра вызывает массовый брак деталей. Вместе с тем желательно, чтобы допуск на изготовление заготовки был возможно больше, так как это облегчает и удешевляет изготовление заготовок. Практика некоторых заводов показывает, что большинство заводов работает с очень малыми допусками, которые можно увеличить в 1,5—2 раза без ущерба для точности резьбы.

Допуск на изготовление заготовки δ_z (фиг. 29) должен быть равен допуску на средний диаметр резьбы, так как площадь поперечного сечения материала при накатывании резьбы остается без изменения, и расстояние между плашками можно увеличивать или уменьшать только на величину допуска по среднему диаметру.



Фиг. 29. Величина допуска заготовки.

СКОРОСТИ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБ

Приводными механизмами главного движения при накатывании резьб плоскими плашками являются механизмы кривошипно-шатунного типа, поэтому скорость при накатывании не постоянна и из-

Диаметры заготовок для накатывания метрической резьбы

(ОСТ 32 и 94)

Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы, мм	Средний диаметр резьбы, мм				Диаметр заготовки, мм			
		2-й класс		3-й класс		2-й класс		3-й класс	
		Пр	Не	Пр	Не	Пр	Не	Пр	Не
3	0,5	2,675	2,604	2,675	2,577	2,65	2,60	2,65	2,58
4	0,7	3,546	3,462	3,546	3,406	3,52	3,46	3,52	3,40
5	0,8	4,48	4,39	4,48	4,33	4,46	4,38	4,46	4,36
6	0,75	5,51	5,42	5,51	5,354	5,49	5,41	5,49	5,36
6	1	5,35	5,249	5,35	5,182	5,33	5,25	5,33	5,20
8	1	7,35	7,249	7,35	7,171	7,33	7,25	7,33	7,20
8	1,25	7,188	7,076	7,188	7,001	7,16	7,08	7,16	7,00
10	1	9,35	9,249	9,35	9,171	9,33	9,24	9,35	9,18
10	1,5	9,026	8,903	9,026	8,821	9,00	8,9	9,0	8,82
12	1,25	11,132	11,013	11,132	10,933	11,13	11,02	11,13	10,93
12	1,75	10,863	10,73	10,863	10,641	10,84	10,73	10,84	10,64
14	1,5	13,026	12,891	13,026	12,821	13,0	12,9	13,0	12,84
14	2,0	12,701	12,559	12,701	12,464	12,68	12,5	12,68	12,46
16	1,5	15,026	14,891	15,026	14,821	15,00	14,88	15,00	14,81
16	2,0	14,701	14,559	14,701	14,464	14,68	14,5	14,68	14,46
18	2,5	16,376	16,217	16,376	16,111	16,35	16,22	16,35	16,11
20	1,5	19,026	18,891	19,026	18,821	19,00	18,88	19,00	18,81
20	2,5	18,376	18,217	18,376	18,111	18,36	18,2	18,36	18,11
22	2,5	20,376	20,217	20,376	20,111	20,36	20,2	20,36	20,11
24	3,0	22,051	21,877	22,051	21,761	22,03	21,88	22,03	21,76
27	3,0	25,051	24,877	25,051	24,761	25,03	24,88	25,03	24,76
30	3,5	27,727	27,539	27,727	27,414	27,70	27,54	27,70	27,40
36	4,0	33,402	33,201	33,402	33,067	33,35	33,2	33,35	33,15

меняется по определенной зависимости. Вследствие этого скоростью накатывания принято считать среднюю скорость, которая в зависимости от типа приводного механизма может несколько изменяться при одинаковом числе двойных ходов в минуту.

В настоящее время не только нет формул, которые выражали бы зависимость скорости накатывания резьбы от материала заготовки и инструмента, профиля и шага резьбы, геометрии плашек и т. п., но даже некоторые имеющиеся общие сведения о скоростях при накатывании резьбы совершенно не соответствуют действительности.

Например, в нормативах Гипромаша по накатыванию резьбы (выпуск 37, январь 1935 г.; более поздних данных нет) наряду с указанием правильного числа двойных ходов в минуту, применяемых и в настоящее время для машин различного типа, рекомендуются заниженные скорости накатывания, требующие уменьшения этого числа ходов в 2—3 раза, причем карта 19 этих материалов составлена неверно, так как с увеличением диаметра резьбы скорость несколько понижается и не увеличивается, как это указано в карте 19.

Средние скорости накатывания резьбы составляют 50—70 м/мин, но в резьбонакатных станках с ручной подачей заготовок максимальное число двойных ходов обычно не превышает 60 двойных ходов в минуту. Вследствие этого скорость накатывания, особенно на станках малых размеров, значительно ниже и достигает нормального своего значения только при изготовлении резьб диаметром свыше 10 мм. Дальнейшее увеличение числа двойных ходов (свыше 60 ходов в минуту), т. е. увеличение скорости накатывания у машин с ручной подачей, нецелесообразно, так как возникают дополнительные потери времени при вставлении заготовок в плашки и количество выпускаемых деталей не увеличивается. Данные о количестве ходов, которые делают различные станки, приведены ниже (см. приложения).

УСИЛИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ НАКАТЫВАНИИ РЕЗЬБЫ

При накатывании резьбы на заготовку действуют радиальные P_R и тангенциальные P_t усилия (фиг. 30).

Радиальные усилия вызывают упругую деформацию станины, стремясь ее разогнуть, а тангенциальные действуют на механизм привода. Характер и зависимость этих усилий от величины шага и профиля резьбы, диаметра и материала заготовки, формы накатных плашек и тому подобных условий еще не установлены. Единственной работой в этой области является исследование Рейхеля¹, изучавшего резьбу диаметром 1¼". Однако проведенное при этом ограниченное количество опытов не дает возможности установить эти зависимости.

¹ W. Reichel, Experimentelle und rechnerische Untersuchung einer Gewinderollmaschine, Breslau, 1930.

Для определения усилий Рейхель применил специальную гидравлическую мессдозу с записывающим аппаратом (фиг. 31).

Измерения усилий показали, что величина работы деформации при накатывании резьбы на разных материалах различна (фиг. 32), но не зависит от скорости деформации (фиг. 33). Работа деформации при накатывании зависит от тангенциального усилия и определяется формулой

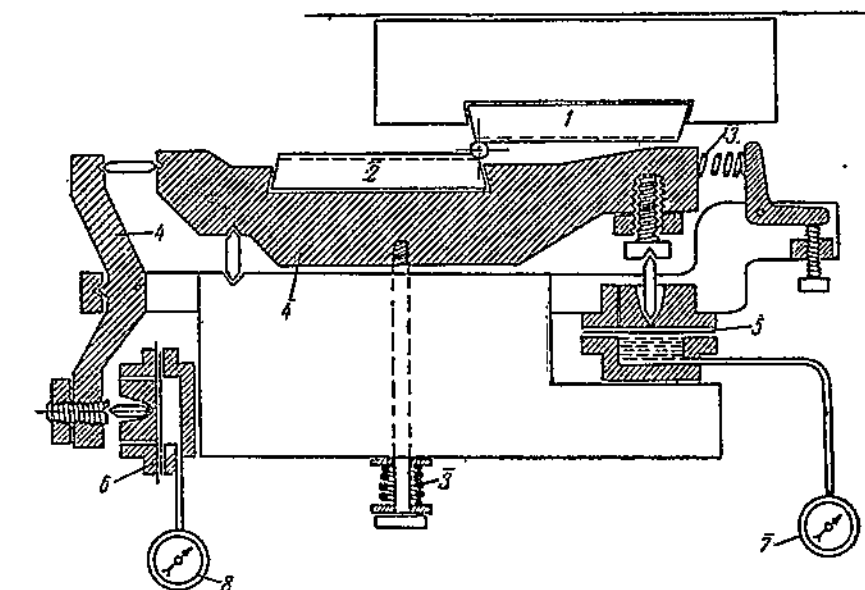
$$A_r = \int P_t ds,$$

где ds — путь, пройденный плашкой.

В опытах работу деформации определяли при помощи планиметра, измеряя площади, вычерченные пером мессдозы тангенциального давления.

Фиг. 30. Усилия, возникающие при накатывании.

Отношение тангенциального усилия к радиальному $\frac{P_t}{P_R}$ для различных материалов изменяется сравнительно незначительно и в среднем его можно принять равным 0,16 (фиг. 34).

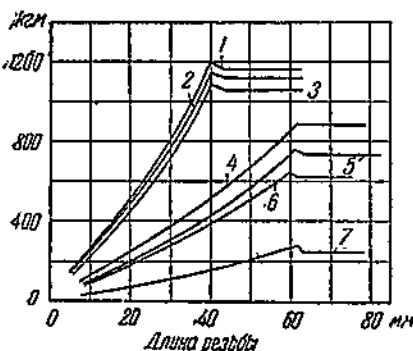


Фиг. 31. Мессдоза для измерения усилий при накатывании резьбы.

1—подвижная плашка, 2—неподвижная плашка, 3—пружины для предварительного натяжения, 4—качающиеся рычаги, 5—мессдоза радиального давления, 6—мессдоза тангенциального давления, 7—манометр радиального давления, 8—манометр тангенциального давления.

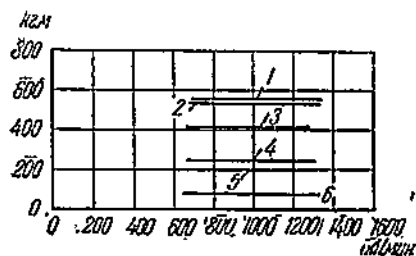
Величины радиальных и тангенциальных усилий непосредственно зависят от длины резьбы (фиг. 35) и от твердости материала. Такого рода зависимость от твердости (по Бринеллю), отнесенная к единице длины 10 мм) при накатывании резьбы $1\frac{1}{4}"$, представлена на фиг. 36.

Опыты также показали, что изменение отклонений диаме-



Фиг. 32. Зависимость величины работы деформации при накатывании резьбы $1\frac{1}{4}"$ от рода материала.

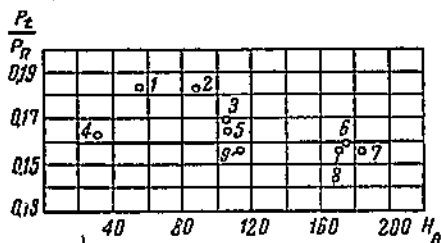
1—сталь 60.11, 2—сталь 35.61, 3—сталь 50.11, 4—заклепочное железо, 5—дуралюмин, 6—медь, 7—алюминий.



Фиг. 33. Зависимость величины работы деформации при накатывании резьбы $1\frac{1}{4}"$ длиной 20 мм от скорости накатывания.

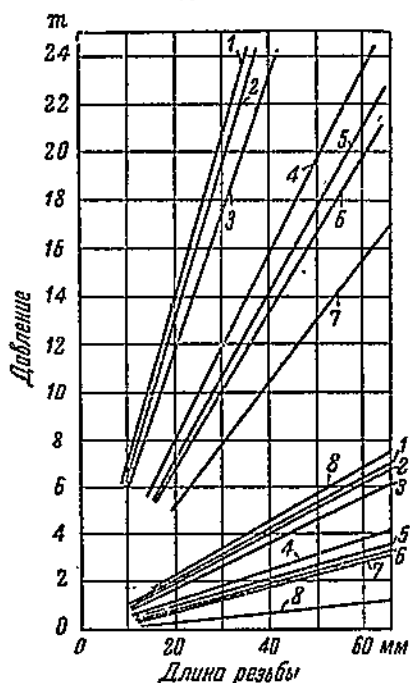
1—сталь 60.11, 2—сталь 35.61, 3—сталь 50.11, 4—заклепочное железо, 5—дуралюмин, 6—алюминий.

ра заготовок вызывает прямо пропорциональное увеличение усилий, возникающих при накатывании резьбы. Так, при накатывании резьбы $1\frac{1}{4}"$ на стали 34.13 увеличение диаметра заготовки на



Фиг. 34. Максимальные усилия P_R и P_H , возникающие при накатывании резьбы $1\frac{1}{4}"$.

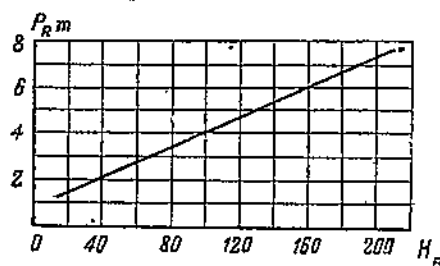
1—медь, 2—латунь отожженная, 3—латунь неотожженная, 4—алюминий, 5—сталь 54.13, 6—сталь 50.11, 7—сталь 60.11, 8—сталь 35.61, 9—дуралюмин.



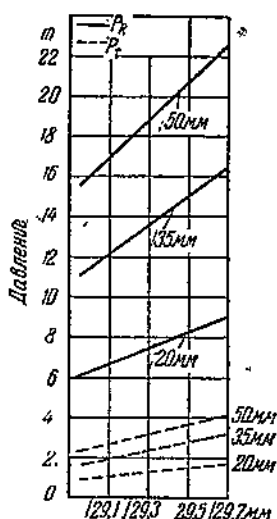
Фиг. 35. Отношение тангенциальных усилий к радиальным.

1—сталь 60.11, 2—сталь 35.61, 3—сталь 50.11, 4—сталь 34.13, 5—дуралюмин, 6—латунь, 7—медь, 8—алюминий.

0,1 мм на каждые 10 мм длины резьбы вызывает увеличение радиального давления на 0,2 т (фиг. 37). Таким образом увеличение диаметра заготовки на 0,2 мм при длине резьбы 50 мм вызывает увеличение радиального давления на 2 т.



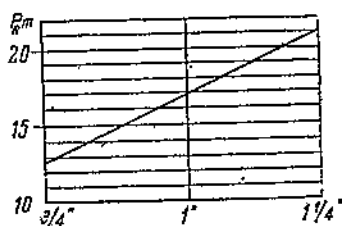
Фиг. 36. Зависимость возникающих усилий от твердости материала.



Фиг. 37. Влияние отклонений диаметра заготовки на величину возникающих усилий.

Усилия, возникающие при накатывании резьбы, изменяются по величине, причем характер изменения усилий зависит от формы профиля накатных плашек.

Значительный интерес представляет также упомянутая выше работа Зельтмана, который исследовал влияние формы профиля плашек на величину и характер возникающих усилий; им также проведены опыты по определению радиальных усилий, возникающих при накатывании, в зависимости от диаметра изделия, накатываемого плашками одинаковой формы (фиг. 38), показавшие, что давление изменяется пропорционально диаметру накатываемой резьбы, а не пропорционально глубине резьбы.



Фиг. 38. Влияние диаметра заготовки на величину возникающих усилий.

СТАНКИ ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ ПЛОСКИМИ ПЛАШКАМИ

КЛАССИФИКАЦИЯ

Станки для накатывания резьбы плоскими плашками можно подразделить по следующим признакам.

1. Способ подачи заготовок

- Станки с автоматической подачей заготовок.
- Станки с ручной подачей заготовок.

2. Направление подачи заготовок

- а) Станки с вертикальной подачей заготовок.
- б) Станки с горизонтальной подачей заготовок.

3. Направление движения подвижной плашки

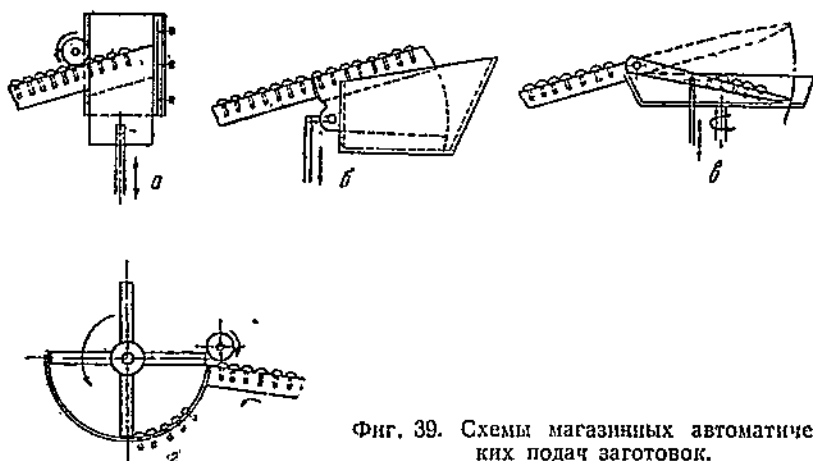
- а) Станки с горизонтальным направлением движения плашки.
- б) Станки с наклонным направлением движения плашки.
- в) Станки с вертикальным направлением движения плашки.
- г) Станки с изменяемым направлением движения плашки.

4. Передача

- а) Станки с кривошипно-шатунным приводом.
- б) Станки с кривошипно-шатунной передачей и вращающейся кулисой.
- в) Станки с кривошипно-шатунной передачей и качающейся кулисой.
- г) Станки с комбинированным приводом.

Способ подачи заготовок

Станки с автоматической подачей заготовок применяют в основном для накатывания деталей, снабженных головкой и стержнем диаметром 3—16 мм и реже до 20 мм. Схемы различных меха-



Фиг. 39. Схемы магазинных автоматических подач заготовок.

низмов автоматической подачи деталей с головками изображены на фиг. 39. Наиболее оправдали себя в эксплуатации магазинные приспособления типов а и г.

Станки с ручной подачей заготовок применяются при изготовлении деталей, идущих сравнительно небольшими партиями. В этом случае заготовку подает специальный рабочий.

Направление подачи з. отовок

Станки с вертикальной подачей заготовок (фиг. 40, а) наиболее распространены. Однако при значительной длине накатываемых деталей возникает опасность получить негодную резьбу вследствие

перекоса заготовки под влиянием собственного веса, кроме того, возникает опасность травматизма вследствие искривления длинной заготовки во время накатывания. Поэтому на станках с вертикальной подачей накатывают детали, длина которых не более чем в 10—15 раз больше высоты плашки.

Фиг. 40. Вертикальная (а) и горизонтальная (б) подачи заготовок.

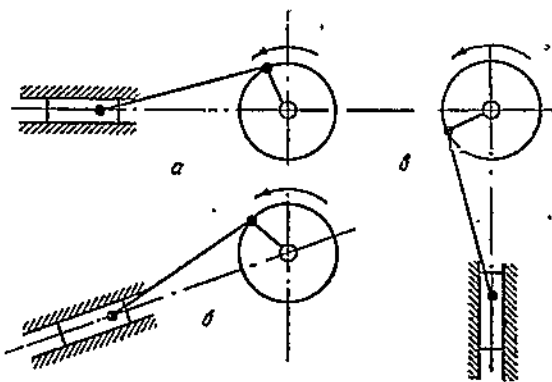
Станки с горизонтальной подачей заготовок (фиг. 40, б) применяют для накатывания длинных деталей, длина которых может достигать 3—4 м.

Направление движения плашки

Станки с горизонтальным направлением движения плашек (фиг. 41, а) наиболее распространены, так как при ручной подаче заготовок обслуживающий рабочий легче всего может заметить перекус при падении заготовок в плашки только при горизонтальном их положении.

Наклонное направление движения плашек (фиг. 41, б) чаще всего применяется в станках с автоматической подачей заготовок, так как в этом случае перемещение заготовок из коробки магазина до плашек значительно упрощается и не приходится дополнительно изгибать направляющие, как это необходимо делать при подаче заготовок из магазина к горизонтально движущейся плашке.

Станки с вертикальным направлением движения плашки (фиг. 41, в) не получили широкого распространения. Однако к достоинствам их следует отнести исключительно благоприятные условия смазки ползуна и плашек, так как смазка покрывает все рабо-



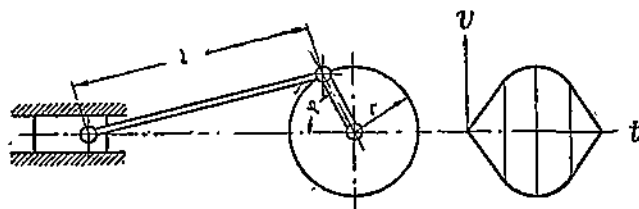
Фиг. 41. Горизонтальное (а), наклонное (б) и вертикальное (в) направления движения плашки.

ные поверхности, а грязь и окалина, получающиеся при накатывании резцы, также легче удаляются. Кроме того, эти станки занимают примерно на 40—50% меньше места, чем другие станки.

Станки с изменяемым направлением движения плашки выпускает германская фирма ГрEFE. При автоматической подаче заготовок планки устанавливают наклонно, а при ручной подаче — горизонтально. Следует отметить, что такое усложнение конструкции практически себя не оправдывает.

Передача

Станки с кривошипно-шатунным приводом (фиг. 42), несмотря на большие колебания скорости и отсутствие ускоренного движе-



Фиг. 42. Кривошипно-шатунная передача.

ния при холостом ходе, получили наиболее широкое распространение благодаря простоте и надежности конструкции.

Скорость движения ползуна с плашкой при кривошипно-шатунном приводе определяется по формуле:

$$v_n = v \left(\sin \varphi + \frac{r}{2l} \sin 2\varphi \right),$$

где v_n — скорость ползуна;

r — радиус кривошипа;

l — длина кривошипа;

φ — угол поворота кривошипа.

Максимальную скорость ползуна весьма приближенно можно считать равной постоянной окружной скорости цапфы кривошипа:

$$v_{n \max} \approx v = \frac{2\pi \cdot r \cdot n}{1000}.$$

Средняя фиктивная скорость ползуна

$$v_{n \text{ ср}} = \frac{2s \cdot n}{1000} = \frac{s \cdot n}{500} = \frac{r \cdot n}{250}$$

или

$$v_{n \text{ ср}} = \frac{v_{n \max}}{1,57},$$

где $v_{n \text{ ср}}$ — средняя скорость накатывания в м/мин;

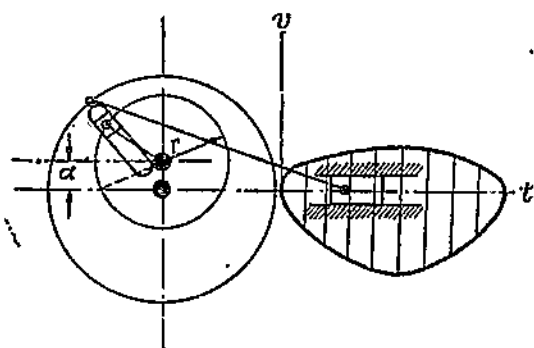
n — число двойных ходов в минуту;

r — радиус кривошипа в мм;

s — путь ползуна в мм.

Станки с кривошипно-шатунной передачей и вращающейся кулисой (механизм Витворта) обеспечивают замедленный и более равномерный рабочий ход ползуна с плашкой и ускоренный холостой ход (фиг. 43). Обычно отношение скоростей холостого и рабочего ходов изменяется от 1,5:1 до 2:1.

Эта передача отличается от простой кривошипно-шатунной передачи с равномерным вращением кривошипа наличием кулисы, вращающейся с переменной скоростью. Это неравномерное вращение



Фиг. 43. Кривошипно-шатунная передача с вращающейся кулисой.

получается от второго кривошипа, вращающегося равномерно, но расположенного эксцентрично по отношению к кривошипу кулисы. Тем не менее в резьбонакатных станках чаще применяют качающуюся кулису, более простую конструктивно и более удобную для ремонта и надзора. Преимуществом вращающейся кулисы является компактность конструкции.

Так как кинематика вращающихся и качающихся кулис одинакова, то скорость накатывания определяется одними и теми же формулами.

Станки с кривошипно-шатунной передачей и качающейся кулисой (фиг. 44) отличаются от привода с вращающейся кулисой тем, что расстояние от оси качения кулисы a всегда больше радиуса кривошипа r , тогда как при качающейся кулисе расстояние a всегда меньше r .

Отношение скоростей холостого и рабочего ходов при качающейся кулисе обычно изменяется от 2:1 до 3:1. Средняя скорость ползуна с плашкой для обоих кулисных механизмов определяется формулой

$$v_{п. ср} = \frac{0,72 \cdot L \cdot n}{\alpha},$$

где L — длина кулисы в мм;

n — число двойных ходов в минуту;

α — угол поворота кулисы при рабочем ходе в градусах;

β — угол поворота кулисы при холостом ходе в градусах.

При вращающейся кулисе

$$\alpha = 300^\circ - \beta,$$

откуда

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{a}{r}.$$

При качающейся кулисе

$$\alpha = 300^\circ - \beta,$$

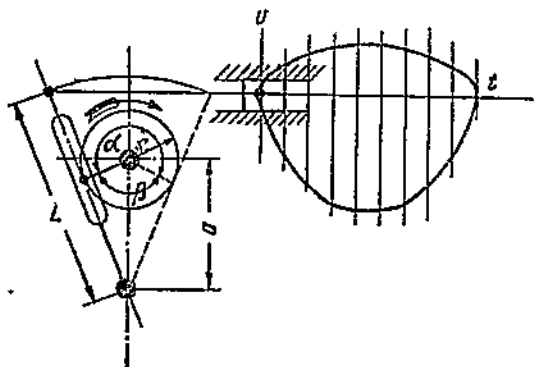
$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{r}{a}.$$

Отношение $\frac{a}{\beta}$ составляет отношение скорости холостого хода к скорости рабочего хода.

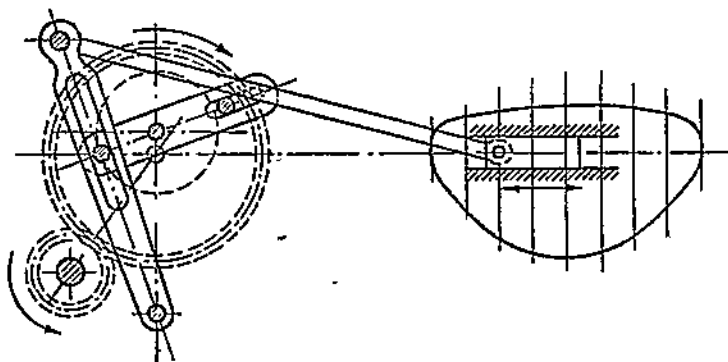
Станки с комбинированной передачей (фиг. 45) снабжены вращающейся и качающейся кулисами. Вследствие сравнительной сложности их изготовления и увеличенного износа шарнирных направляющих, несмотря на наиболее равномерную скорость накатывания, эти станки применяют крайне редко. Такие станки изготавливает только английская фирма Гринвуд и Батлей.

КОНСТРУКЦИИ РЕЗЬБОНАКАТНЫХ СТАНКОВ

Резьбонакатные станки изготавливают многие значительные иностранные фирмы. Наиболее распространены станки фирм: американских — Ватербюри-Фаррел, Менвилль, Националь; германских — Кайзер, Кизерлинг и Альбрехт, Мальмеди, Калов, Газенклевер, Гильгеланд; английской — Гринвуд и Батлей.



Фиг. 44. Кривошипно-шатунная передача с качающейся кулисой.



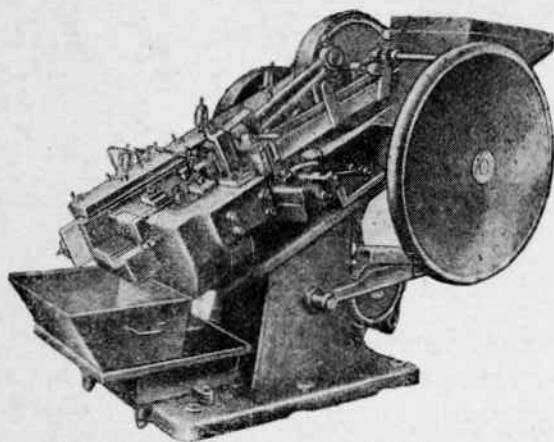
Фиг. 45. Комбинированная передача.

Одесский станкостроительный завод им. Ленина изготавливает резьбонакатные станки с ручной подачей заготовок по типу станков Газенклевер, а Харьковский учебный завод ХММИ освоил резьбонарезные автоматы типа Менвилль модель 130с.

Кинематика резьбонакатных станков — несложная и у большинства станков, выпускаемых различными фирмами, она примерно одинакова, но конструктивное оформление станков сильно разнится.

Резьбонакатные станки с автоматической подачей заготовок

Резьбонакатный автомат фирмы Кайзер¹ (фиг. 46) относится к станкам с наклонным движением плашек и вертикальной подачей заготовок. Ползун с плашкой приводится в движение кривошипно-шатунным приводом. Такого рода станки выпускают для обработки деталей диаметром 3—13 мм, причем кинематическая схема их совершенно одинаковая.



Фиг. 46. Резьбонакатный автомат Кайзер.

Главный вал I (фигура 47) приводится во вращение электромотором посредством ременной передачи. Насаженная на главном валу шестерня 1 сцеплена с шестерней 2, укрепленной на валу II; на шестерне 2 закреплен кривошипный палец 3.

Палец 3 при помощи шатуна заставляет двигаться ползун с подвижной плашкой 4.

Шестерня 1 посредством шестерни 5 заставляет вращаться вал III, вращение которого посредством ременных передач сообщается насосу 6 и ползуну магазинного приспособления. На валу IV насажена звездочка 7, отбрасывающая заготовки, неправильно попадающие в жолоб магазинного приспособления. Для встряхивания заготовок в жолобе направляющие планки магазинного приспособления в машинах малых размеров (модели РНС и РИС) снабжены колотильным рычагом 8, приводимым в движение роликом со штифтом, вращающимся на валу IV.

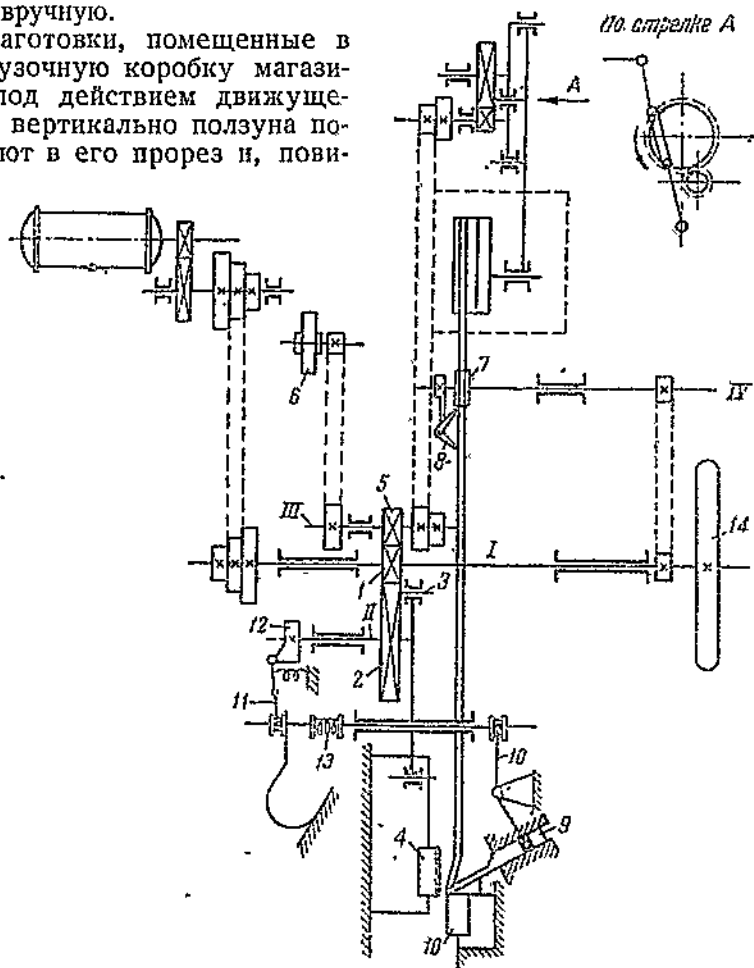
Для проталкивания заготовок из жолоба в накатные плашки служит толкатель 9, который посредством системы рычагов 10 получает движение от кулачка 12, насаженного на конце вала II. Для обеспечения плавного попадания заготовок в плашки и устранения поломок рычагов между ними расположена пружина 13, ко-

¹ Основные данные, характеризующие описанные в этом разделе станки, приведены в приложениях (см. стр. 91—95).

торая, сжимаясь, не передает толкателю усилия выше определенной величины, а при дальнейшем увеличении усилия выключает движение толкателя.

Равномерный ход станка обеспечивается маховиком 14, укрепленным на главном валу I станка. При паладке вращают маховик вручную.

Заготовки, помещенные в загрузочную коробку магазина, под действием движущегося вертикально ползуна попадают в его прорез и, пови-



Фиг. 47. Кинематическая схема автомата Кайзер.

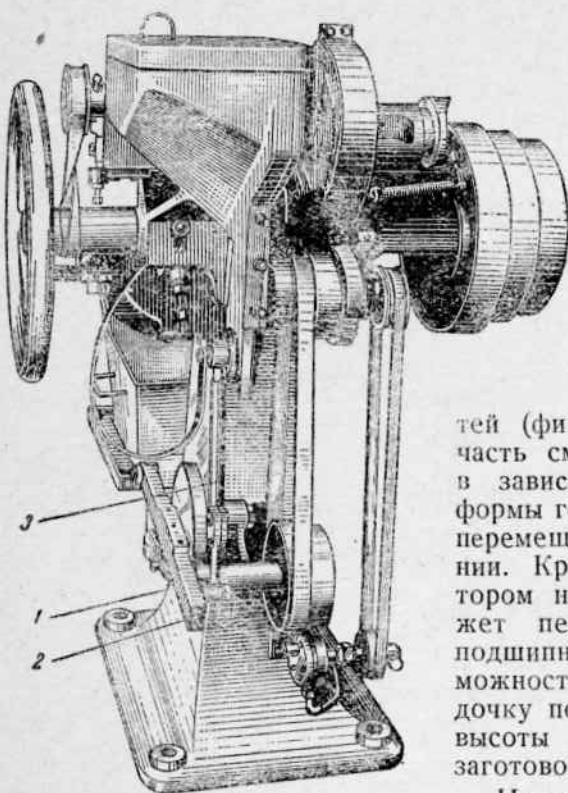
сая на головке, скользят по наклонной плоскости ползуна и направляющих планок (см. фиг. 39, а). Такой магазин предназначен только для подачи заготовок с головками, причем ширину паза ползуна и направляющих планок надо изменять в соответствии с диаметром заготовки. Для этого при наладке к ползуну привинчивают планки различной толщины, изменяющие ширину паза.

Чтобы магазин правильно работал, ползун, поднявшись вверх, должен некоторое время оставаться неподвижным. Этого дости-

гают перестановкой винта 1 (фиг. 48) в прорезе качающейся кулисы 2 или изменением длины тяги 3.

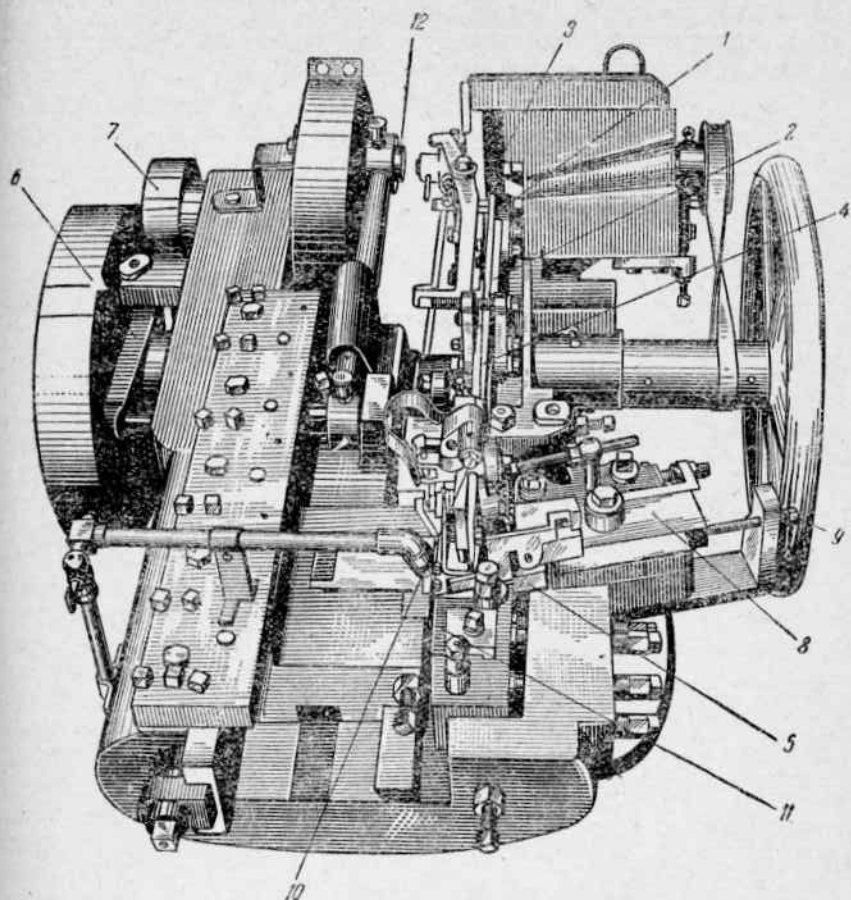
К движущемуся ползуну через отверстие в загрузочной коробке вплотную подходят направляющие планки 1 и 2 (фиг. 49). Одна из этих планок — подвижная и при помощи винтов ее можно перемещать, изменяя расстояние между планками в зависимости от диаметра заготовки.

В том месте, где заготовка из прореза ползуна попадает в направляющие планки, установлена вращающаяся звездочка 3, отбрасывающая заготовки, неправильно попадающие в жолоб. Эта звездочка состоит из трех составных частей (фиг. 50), причем средняя часть сменная, а крайние части в зависимости от размера и формы головки заготовки можно перемещать в осевом направлении. Кроме этого, вал, на котором насажена звездочка, может перемещаться вместе с подшипниками. Это дает возможность устанавливать звездочку по высоте при изменении высоты головок накатываемых заготовок.

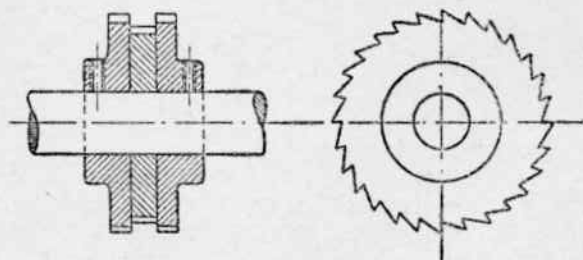


Фиг. 48. Резьбонакатный автомат Кайзер (вид сзади).

Направляющие планки прикрепляют к станине посредством угольников с пазами, позволяющими переставлять направляющие планки по высоте. Жолоб, образованный направляющими планками, в месте приближения их к неподвижной накатной плашке имеет изгиб, сводящий почти на-нет толщину неподвижной направляющей планки. Чтобы обеспечить правильное положение заготовок, в жолобе имеется верхняя планка 4 (см. фиг. 49), которой можно регулировать размер жолоба для головок различной высоты. Заготовки, скользящие по направляющим планкам, не могут попадать в плашки под действием собственного веса, так как этому препятствует толкатель 5, закрывающий поперечный жолоб, образованный торцевыми частями направляющих планок. Ширину поперечного жолоба изменяют соответственно диаметру



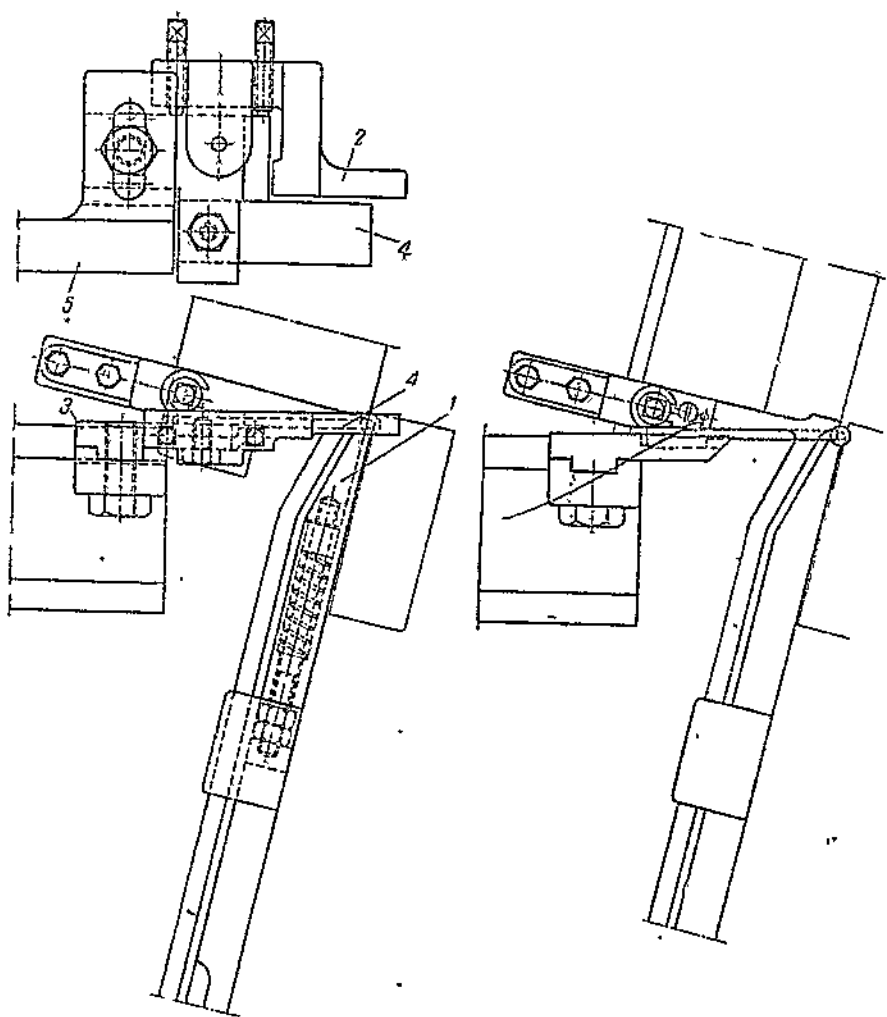
Фиг. 49. Резьбонакатный автомат Кайзер (вид спереди).



Фиг. 50. Сортирующая звездочка.

заготовки; для этого отодвигают держатель неподвижной плашки, а также изменяют толщину толкателя.

В момент подхода подвижной плашки толкатель отходит назад, и заготовка попадает в поперечный жолоб. После этого при об-



Фиг. 51. Направляющие планки и механизм вталкивания.

ратном движении толкатель вдвигает заготовку между плашками. Чтобы заготовка, находящаяся в поперечном жолобе, не могла произвольно попасть в плашки в перекошенном положении, неподвижная направляющая планка снабжена пружинной планкой 1 (фиг. 51), которая, действуя на заготовку, удерживает ее в вертикальном положении; пружинная планка отжимается под дей-

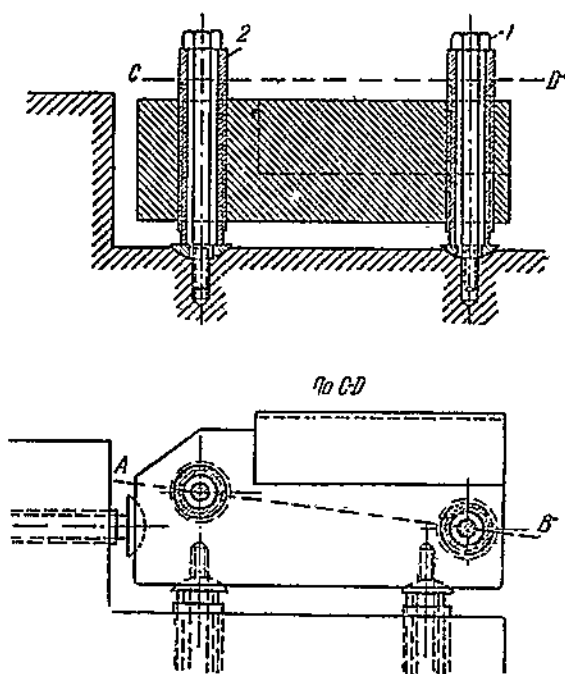
ствием толкателя. Для предотвращения перемещения в момент выталкивания заготовок в вертикальной плоскости над толкателем расположено направляющее приспособление 2, прикрепленное к державке 3, высоту которого можно регулировать. Толкатель 4 и направляющее приспособление 2 установлены на супорте 5, который периодически получает возвратно-поступательное движение через систему рычагов 6 (см. фиг. 49) и кулачок 7. Для точной регулировки положения супорта 8, а следовательно, и толкателя 4, служит упорный винт 9.

Благодаря пружине, расположенной в системе рычагов, передающих движение от эксцентрика к толкателью, устранена возможность поломок рычагов и обеспечено мягкое вталкивание заготовок в плашки, отчего уменьшается их износ. Чтобы можно было накатывать резьбу на заготовках с несимметричными головками, при которых расстояние между осями заготовок в направляющем жолобе оказывается неодинаковым, направляющие планки

снабжают специальным ограничительным приспособлением, укрепляемым в нижней части планок при помощи винта 10. Это приспособление состоит из двух качающихся игл, которые входят в пространство между двумя заготовками и позволяют только одной заготовке попадать в поперечный жолоб станка.

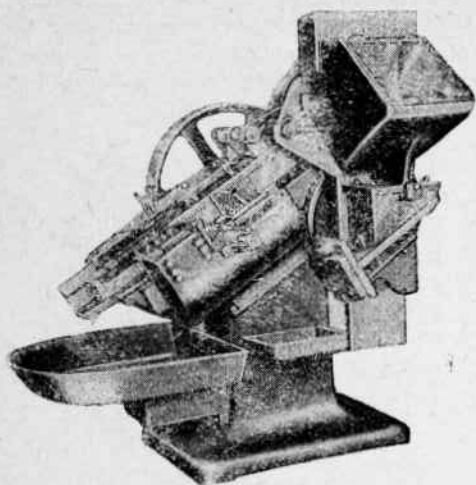
Заготовка, вдвинутая толкателем в промежуток между плашками, увлекается подвижной плашкой вперед и, вращаясь вокруг своей оси, накатывается. После выхода из накатных плашек нарезанная заготовка падает в ящик.

Подвижную плашку 11, закрепленную в ползуне болтами, при наладке станка не регулируют и только по мере изменения размеров плашки после ремонта в гнездо ползуна кладут каленые, шлифованные подкладки. Однако, так как положение держателя неподвижной плашки приходится изменять в горизонтальном на-



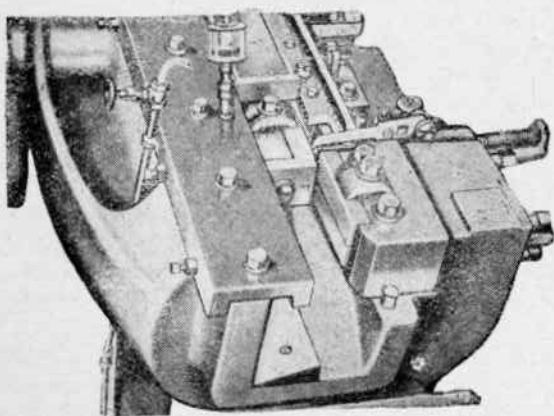
Фиг. 52. Шаровые опоры для держателя неподвижной плашки.

правлении, то необходимо также перемещать подвижную плашку. Для этого поворачивают эксцентрическую втулку 12, насаженную на пальце шатуна. Неподвижную плашку вместе с держателем можно перемещать во всех трех направлениях. Чтобы избежать обработки станины в месте соприкосновения с держателем неподвижной плашки, последний располагают на двух шаровых сегментах, через которые свободно проходит болт 7 (фигура 52), завинчиваемый в станину. На эти шаровые сегменты нажимают установочные винты-трубки 2, вращая которые заставляют держатель с плашкой перемещаться, а потом его закрепляют болтом 7. Такого же рода шаровые сегменты, подложенные под установочные винты-



Фиг. 53. Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел.

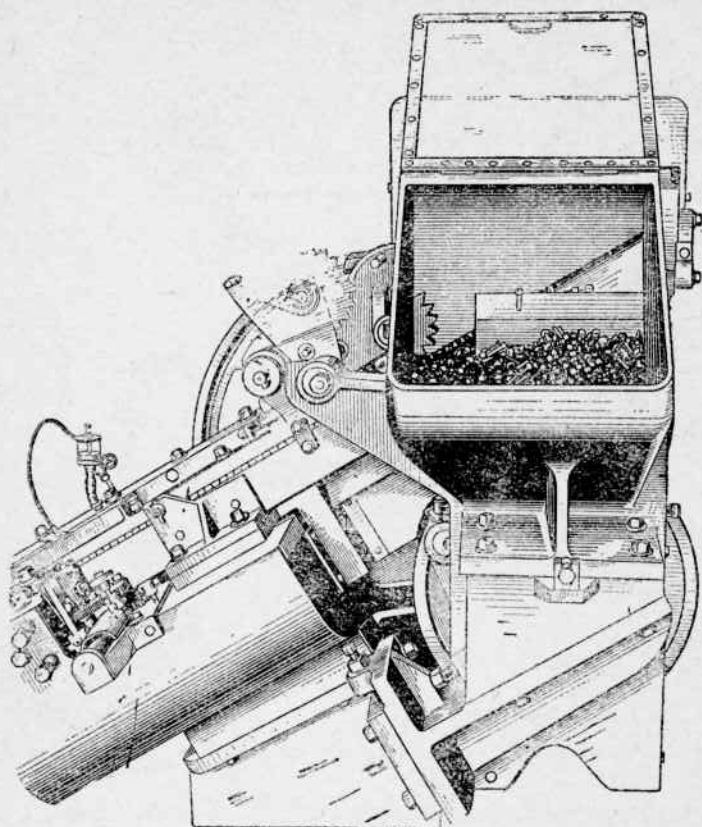
трубки, действующие в горизонтальном и параллельном направлениях, предупреждают быстрый износ направляющих, так как при косо́й установке держателя неподвижной плашки винт нажимает в одной точке.



Фиг. 54. Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел (вид спереди).

При накатывании деталей с резьбой не под головку направляющие планки поднимают на нужную высоту в пазах угольников, а загрузочный магазин переставляют вверх.

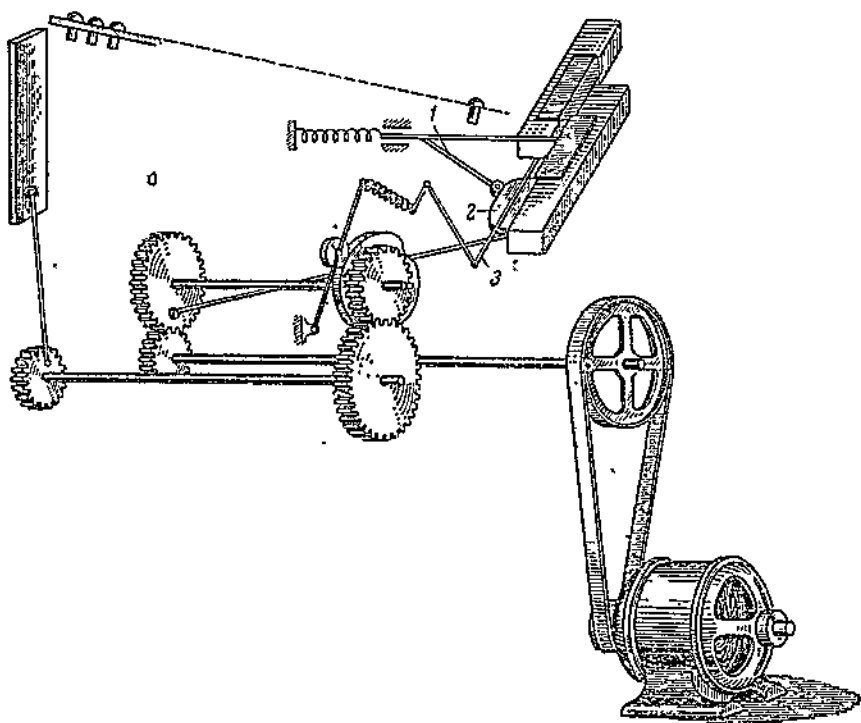
Резьбонакатный автомат фирмы Ватербюри-Фаррел (Waterbury-Farrel) по классификационным признакам аналогичен станкам Кайзер, но в конструктивном отношении значительно отличается от них (фиг. 53—55). Основное отличие заключается в устройстве для вталкивания заготовок между плаш-



Фиг. 55. Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел (вид сбоку).

ками. Направляющие планки довольно далеко отнесены в сторону от подвижной плашки, вследствие чего поперечный жолоб удлинен. Толкатель, закрывающий продольный жолоб, находится под действием пружины и отводится назад посредством рычага 1 (фиг. 56), на который воздействует кулак 2, укрепленный на ползуне с подвижной плашкой. Это устройство называется транспортирующим, так как оно только переносит заготовку плашкам. Для вталкивания заготовки в плашки служит толкатель 3. Толкатель перемещается под действием эксцентрика, насаженного на одном валу с шестерней кривошипа.

Так как в этом станке магазинные направляющие не перемещаются в вертикальной плоскости, то для упрощения настройки при накатывании резьбы не под головку, а в гнезда плашек подкладывают специальные пластинки (фиг. 57). Однако такой способ настройки нельзя считать достоинством станка, так как при значительной номенклатуре изделий необходимо иметь большой запас



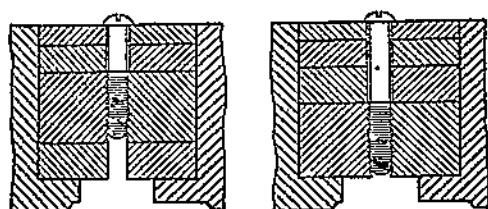
Фиг. 56. Кинематическая схема автомата Ватербюри-Фаррел.

пластинок и плашек различной высоты. Поэтому последние модели станков фирма Ватербюри-Фаррел выпускает с регулируемыми направляющими планками, подобно станкам Кайзер. Характерной особенностью станины станков Ватербюри-Фаррел является замена передней массивной стенки, воспринимающей действие тангенциального усилия неподвижной накатной плашки, ввинченным в станину штифтом, что упрощает конструкцию станины¹.

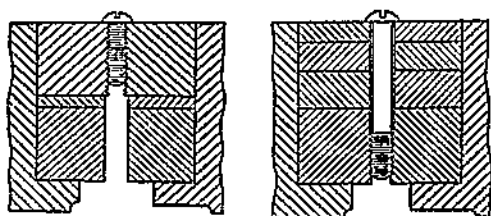
Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел с цепной подачей заготовок (фиг. 58 и 59). Обычные ма-

¹ Автомат Ватербюри-Фаррел подробно описан в книге Мисожикиев-а, „Холодная высадка металлов“.

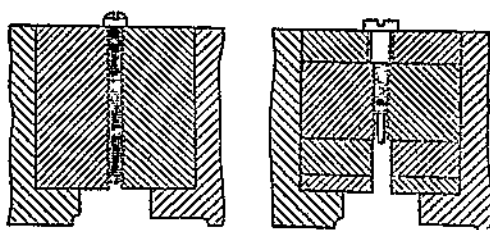
газинные устройства при подаче заготовок с длинными и короткими стержнями работают плохо вследствие большого количества холостых ходов. Поэтому для накатывания длинных заготовок фирма



а



б

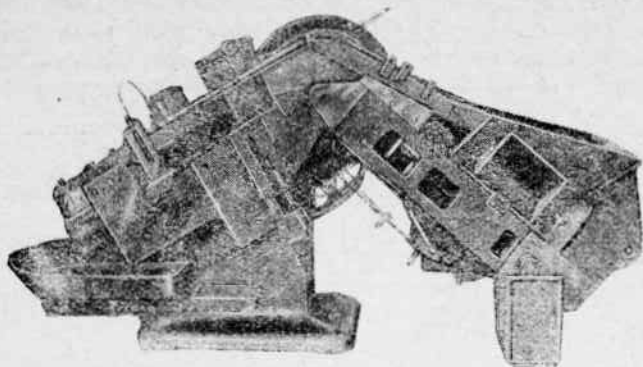


в

Фиг. 57. Установка плашек с пластинами.

Ватербюри-Фаррел выпускает специальные станки, на которых можно накатывать заготовки длиной до 200 мм (8"). До появления этого цепного магазинного устройства такие заготовки можно было накатывать только на станках с ручной подачей.

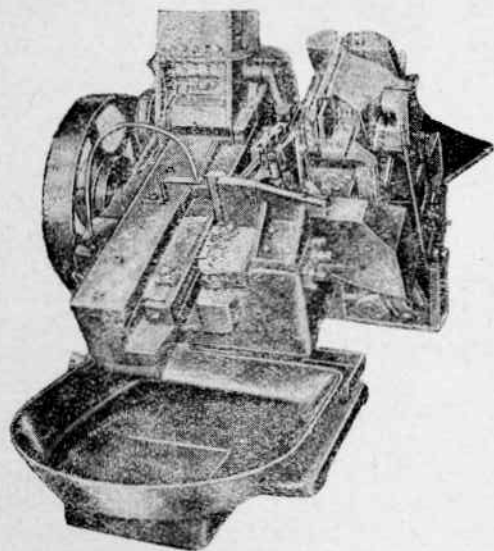
Характерной особенностью этих машин является цепное подающее приспособление (фиг. 60), приводимое в действие отдель-



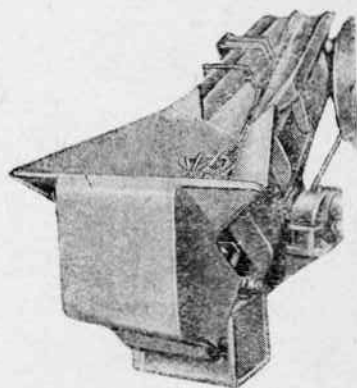
Фиг. 58. Резьбонакатный автомат фирмы Ватербюри-Фаррел с цепным магазином (вид сбоку).

ным мотором. Движущаяся цепь специальными пальцами подает заготовки из наклонного бункера. В остальном этот автомат не отличается от описанного выше.

К особенностям этих станков следует отнести возможность регулировки



Фиг. 59. Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел (вид спереди).



Фиг. 60. Резьбонакатный автомат Ватербюри-Фаррел (вид сзади).

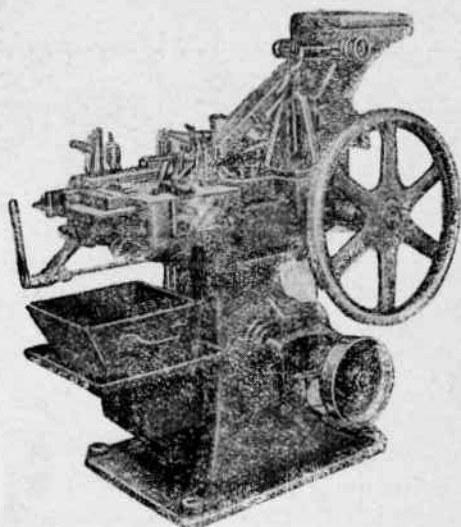
их для накатывания резьбы не под головку; так в отличие от предыдущего станка в этом автомате переставляют направляющие планки, подобно автомату Кайзер.

Резьбонакатные автоматы с горизонтальным направлением движения плашек и вертикальной подачей заготовок

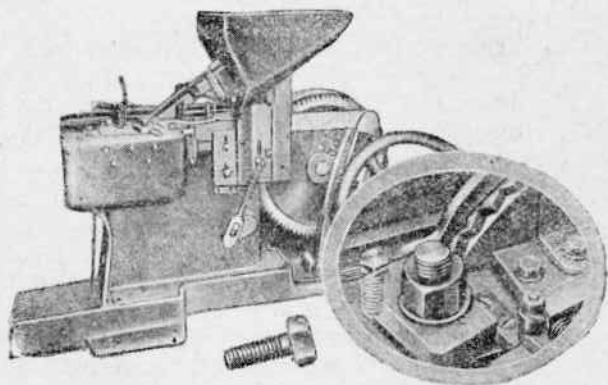
Станки этого типа представляют обычные полуавтоматы, снабженные магазинными приспособлениями для автоматической подачи заготовок. В зависимости от конструктивных особенностей станка подача заготовок из магазина происходит параллельно или перпендикулярно направлению движения плашек. Надо отметить, что параллельная подача заготовок более совершенна.

На фиг. 61 изображен станок Кайзер с автоматической подачей заготовок параллельно направлению движения подачи. Подвижная плашка перемещается кривошипным механизмом.

На фиг. 62 представлен станок того же типа фирмы Мальмеди, в котором подвижная плашка перемещается кривошипно-шатунным механизмом с качающейся кулисой, а на фиг. 63 — станок фирмы



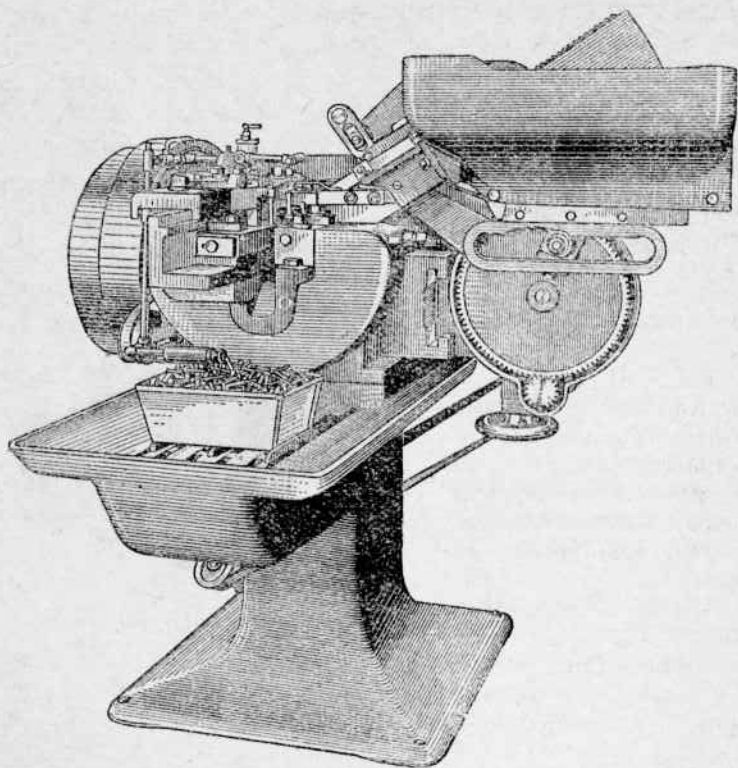
Фиг. 61. Горизонтальный резьбонакатный автомат Кайзер.



Фиг. 62. Горизонтальный резьбонакатный автомат Мальмеди.

Менвилль с автоматической подачей заготовок перпендикулярно к направлению движения плашки.

Станки с горизонтальным направлением движения плашки для устранения затягивания при обратном ходе заготовок как при ав-



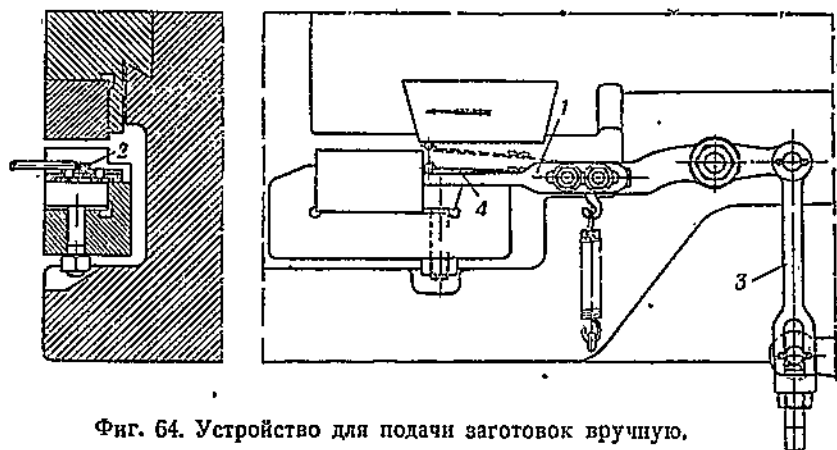
Фиг. 63. Горизонтальный резьбонакатный автомат Менвилль.

томатической, так и при ручной подаче должны быть снабжены специальным выбрасывателем, выталкивающим деталь из плашек после окончания накатывания резьбы.

Накатные станки с ручной подачей заготовок

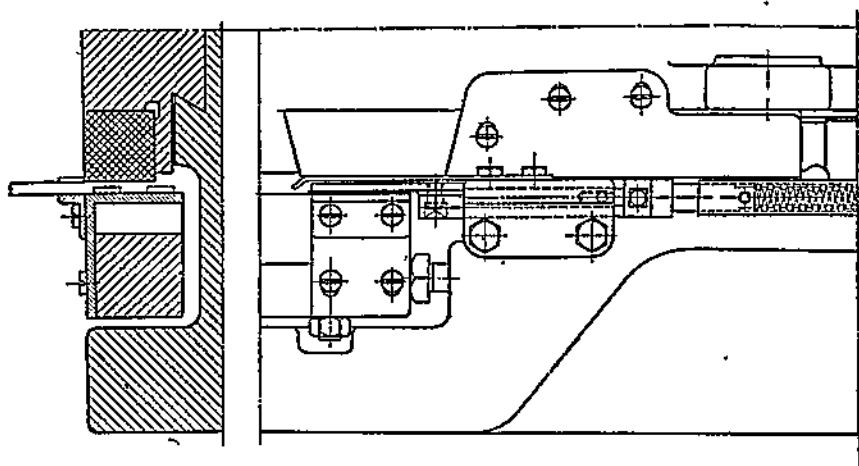
Станки с горизонтально движущимися плашками и вертикальной подачей заготовок чаще всего применяют для накатывания винтов без головок, длинных болтов и штифтов, которые нельзя подавать автоматически, или же при изготовлении деталей малых партий. Фирма Кайзер выпускает резьбонакатные полуавтоматы различных размеров, плашки которых перемещаются кривошипно-шатунным механизмом. Конструкция этих станков очень простая. Характерной особенностью является возможность устанавливать два различных устройства для вталкивания заготовок между плашками.

Приспособление для подачи вручную (фиг. 64), применяемое при накатывании недлинных деталей, в особенности необходимо для накатывания деталей с заостренным концом стержня.



Фиг. 64. Устройство для подачи заготовок вручную.

Заготовки устанавливают между рычагом 1 и листовой пружиной 4. В соответствующий момент рычаг 1 перемещается в горизонтальном направлении, как это показано пунктиром, и подвиж-

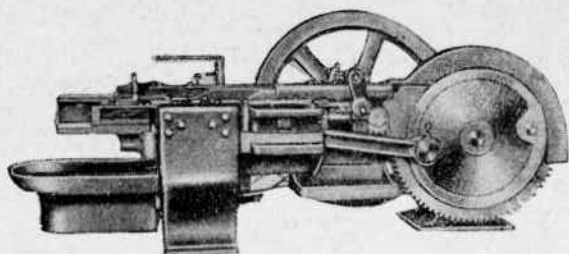


Фиг. 65. Устройство для подачи вручную длинных заготовок.

ная плашка захватывает заготовку. Положение заготовки относительно плашек регулируют установочным болтом тяги 3. Чтобы можно было накатывать заготовки различных диаметров, надо регулировать пружину 4 и следить за тем, чтобы пружина 4 не выступала за заготовку и чтобы плашка могла захватить заготовку, не касаясь пружины.

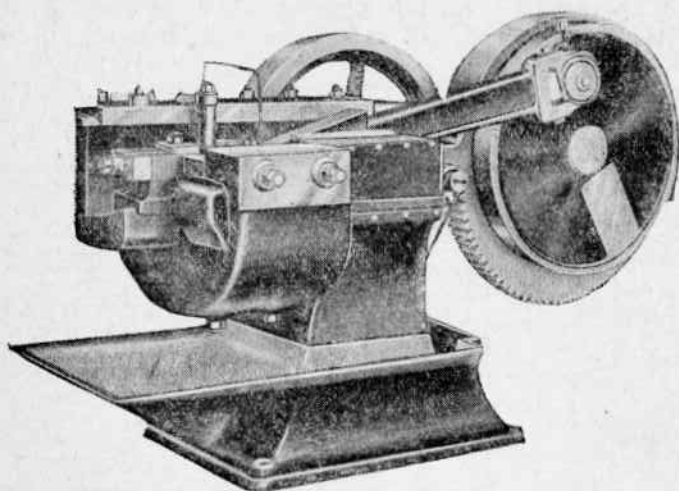
Длину резьбы устанавливают упором 2, который можно переставлять.

Приспособление для вталкивания заготовок параллельно движению плашки рекомендуется применять при накатывании деталей, длина которых до 15 раз больше высоты плашки.



Фиг. 66. Резьбонакатный полуавтомат Ватербюри-Фаррел.

При накатывании резьбы не под головку или на заготовках без головки заготовки вставляют между угольником (фиг. 65) и листовой пружиной. Тогда заготовка, прижимаясь к угольнику,

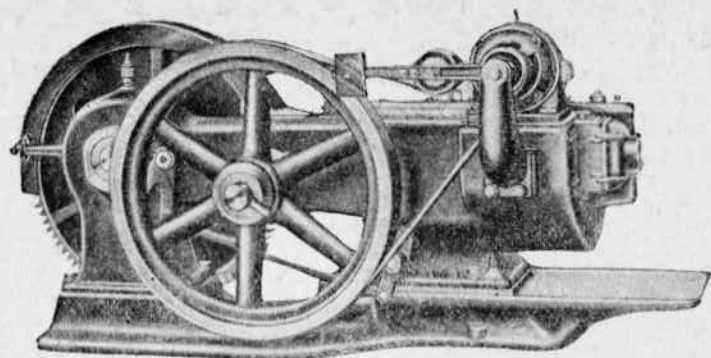


Фиг. 67. Резьбонакатный полуавтомат Кизерлинг и Альбрехт.

удерживается им в этом положении до тех пор, пока толкатель не заставит ее войти в пространство между плашками и заготовка не будет увлечена подвижной плашкой. Положение другого угольника можно регулировать для накатывания тонких и толстых изделий, а упор можно устанавливать в зависимости от длины накачиваемой резьбы.

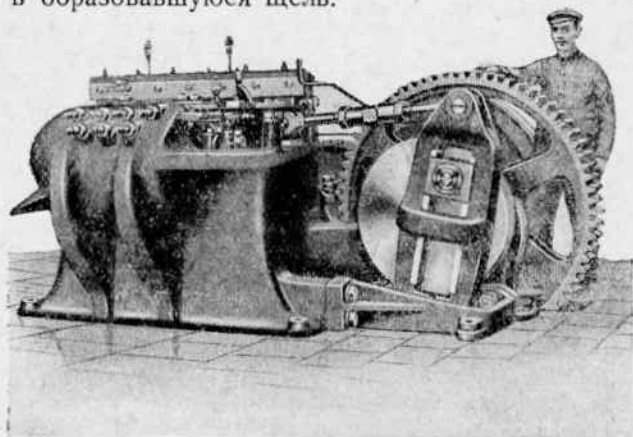
Толкатель, действующий параллельно движению подвижной плашки, состоит из двух частей, между которыми находится пружина.

жина, сжимающаяся, если диаметр заготовки слишком велик, чтобы попасть между плашками; это предотвращает разрушение плашки. Толщину толкателя надо менять в зависимости от диа-



Фиг. 68. Резьбонакатный полуавтомат Кизерлинг и Альбрехт.

метра обрабатываемого изделия. При накатывании заготовок с головками угольник, пружину и упор надо удалить, а положение другого угольника отрегулировать так, чтобы заготовки легко попадали в образовавшуюся щель.



Фиг. 69. Резьбонакатный полуавтомат Газенклевер.

На фиг. 66 изображен резьбонакатный станок фирмы Ватербюри-Фаррел. Такие же станки выпускает фирма Менвилль. Станок снабжен кривошипно-шатунной передачей, толкатель перемещается параллельно подвижной плашке и приводится в движение системой рычагов, подобно тому, как в станке Ватербюри-Фаррел с автоматической подачей, но без транспортирующего устройства.

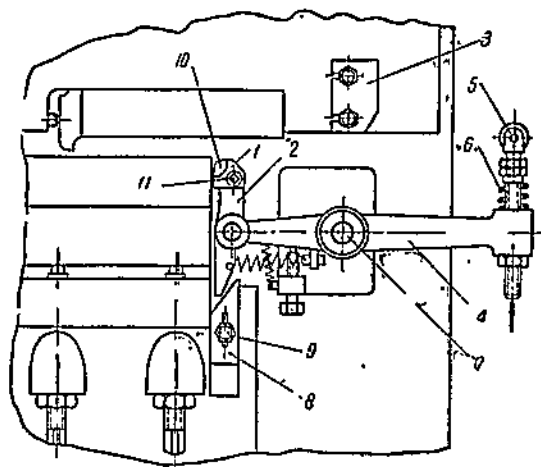
В полуавтоматах Кизерлинг и Альбрехт (фиг. 67 и 68) и мало отличающихся от них полуавтоматах Мальмеди подвижная плашка

получает движение от кривошипа с вращающейся кулисой, а для вталкивания заготовок между плашек имеется рычаг, снабженный сменными губками, соответствующими диаметру заготовки. Валик, на котором качается этот рычаг, приводится в движение от эксцентрика (фиг. 69), насаженного на главном валу.

Необходимо отметить, что эти станки сконструированы чрезвычайно компактно и занимают мало места, так как мотор устанавливается непосредственно на станине машины. Так как высота станка невелика, то рабочий может обслуживать его сидя и не

поднимать заготовку на значительную высоту, как приходится делать в станках другой конструкции.

Полуавтоматы Газенклевер, по типу которых завод им. Ленина (Одесса) выпускает свои станки для накатывания резьбы диаметром $\frac{1}{2}$ —1" и длиной до 70 мм, конструктивно менее удачны. В этих полуавтоматах подвижная плашка приводится в движение кривошипным механизмом с качающейся кулисой (фиг. 69). Заготовку



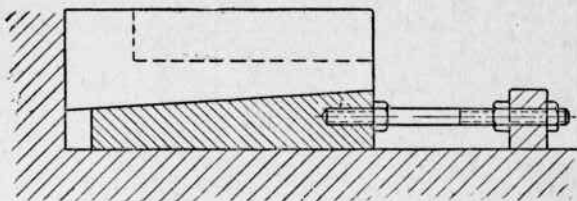
Фиг. 70. Механизм вталкивания заготовок.

вставляют вручную в приемник, состоящий из сменного кулачка 1 (фиг. 70), укрепленного на рычаге 2 во время рабочего хода ползуна. При обратном ходе ползуна, когда он доходит до мертвой точки, установленный на ползуне кулачок 3 ударяет о ролик, укрепленный на рычаге 4, и при помощи вилки 5 с пружиной 6 поворачивает рычаг 4 вокруг оси 7. При этом рычаг 2, двигаясь под действием пружины вперед, поворачивается вокруг оси влево и вталкивает заготовку между плашками.

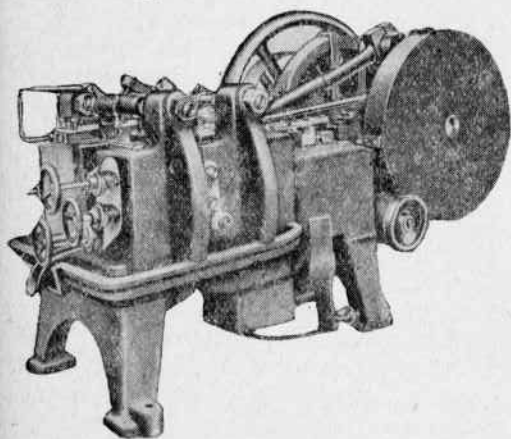
Для регулировки движения толкателя служит пластина 8, закрепляемая винтом 9. Длина накатываемой резьбы зависит от положения планки 10, которую при помощи винта 11 можно перемещать в вертикальном направлении. Для предотвращения поломки рычага 4 пружина 6 дает возможность вилке рычага перемещаться во втулке, если заготовка упрутся в подвижную плашку раньше того момента, когда ролик сойдет с кулачка 3. Чтобы ползун с плашкой можно было установить в нужное относительно неподвижной плашки положение, обеспечивающее захват заготовки, а также регулировать подающее приспособление, шатун кривошипа сделан составным, причем длину его изменяют стяжной гайкой. Для установки неподвижной плашки на требуемой высоте служит

клин, расположенный под держателем неподвижной плашки и перемещаемый болтом (фиг. 71).

Основным недостатком этих станков является чрезмерно высокое расположение плашек, вследствие чего рабочий при обслуживании машины находится в неудобном положении. Кроме того, станки, выпускаемые заводом им. Ленина, имеют еще ряд недостатков. Так, для вращения насоса установлен отдельный мотор, тогда как насос с успехом можно приводить в действие непосредственно от движущихся частей машины; расстояние между ползуном и держателем неподвижной плашки настолько мало, что болт диаметром 1" с головкой после накатывания резьбы не может выпасть из машины и его обязательно затягивает при обратном ходе плашки; плита с пальцем, приводящая в движение ползун, сделана из чугуна и поэтому быстро изнашивается.



Фиг. 71. Клин для установки неподвижной плашки по высоте.



Фиг. 72. Резьбонакатный полуавтомат фирмы Кайзер для накатывания резьбы на обоих концах шпильки.

ния резьбы на обоих концах шпильки¹ (фиг. 72) по своей конструкции незначительно отличаются от обычных накатных станков. Особенностью является наличие двух пар накатывающих плашек вместо одной. Для придания станине жесткости имеются специальные анкерные болты. Положение плашек регулируется клинами,

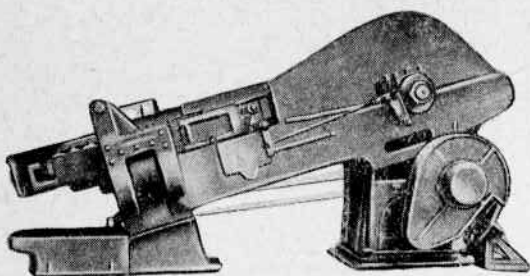
Наряду с этим станки завода им. Ленина обладают достоинствами, к которым следует отнести наличие предохранительных устройств на ползуне и приводном шкиве, а также ножной тормоз для быстрой остановки машин.

Резьбонакатные полуавтоматы Кайзер для одновременного накатыва-

¹ Практика стахановской работы показала, что, применяя специальные плашки, можно накатывать оба конца шпилек за один проход, если длина шпильки не превышает высоты плашки. Эти машины служат для накатывания резьбы на более длинных шпильках.

причем перемещающие их винты снабжены делениями. Применяя на этих станках плашки с различным направлением резьбовых канавок, можно получать на шпильках одновременно правую и левую резьбы.

Наиболее крупные станки с ручной подачей заготовок выпускает фирма Ватербюри-Фаррел. На фиг. 73 изображен станок для накатывания резьбы на туннельных и транспортных болтах диаметром до 2".



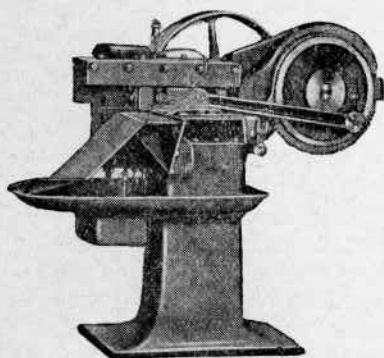
Фиг. 73. Резьбонакатный станок Ватербюри-Фаррел для накатывания очень крупных резьб.

Отличительной особенностью такого станка, помимо больших его размеров, является применение очень длинных плашек, дающих возможность накатывать резьбу в два приема: сначала плашки калибруют заготовку, а затем накатывают резьбу. Это особенно

важно, так как заготовки, откованные в открытых штампах, обычно имеют значительную овальность, которая без предварительной калибровки оказывала бы слишком большое влияние на точность резьбы. Чтобы тяжелые заготовки легче выпадали под действием собственного веса, эти станки в отличие от всех описанных выше станков с ручной подачей заготовок имеют наклонное направление движения подвижной плашки.

Резьбонакатные станки с горизонтальной подачей заготовок

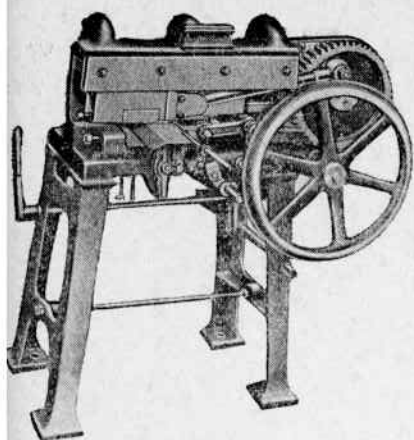
Резьбонакатные станки этого типа, предназначенные для получения резьбы на длинных деталях, выпускают с горизонтальным и наклонным движением плашек. В полуавтомате Ватербюри-Фаррел (фиг. 74) плашка движется в горизонтальном направлении. Конструктивно станок отличается только тем, что плоскость расположения плашек повернута на 90° и таким образом заготовку вставляют в горизонтальной плоскости; в соответствии с этим регулировку неподвижной плашки производят снизу.



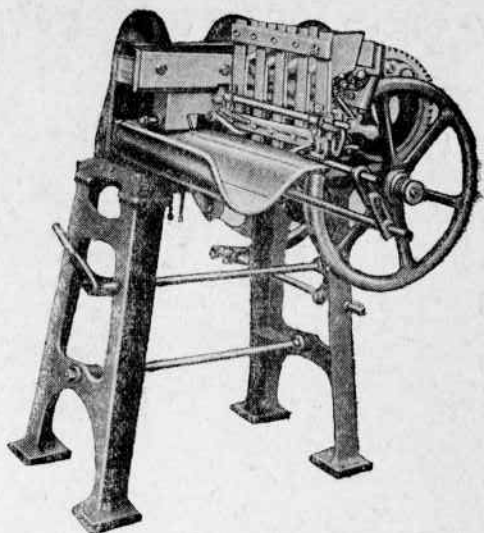
Фиг. 74. Резьбонакатный полуавтомат Ватербюри-Фаррел с горизонтальной подачей.

На фиг. 75 изображен полуавтомат такого же типа, выпускаемый фирмой Кайзер для накатывания шпилек диаметром до 1/4" включительно. Эти станки могут быть

снабжены магазинным приспособлением, значительно повышающим их производительность (фиг. 76).

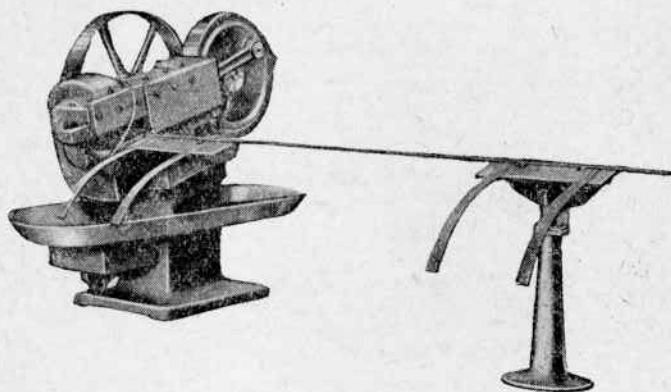


Фиг. 75. Резьбонакатный полуавтомат Кайзер с горизонтальной подачей.



Фиг. 76. Резьбонакатный полуавтомат Кайзер с горизонтальной подачей, снабженный магазином.

Резьбонакатные полуавтоматы с горизонтальной подачей заготовок и наклонным движением плашки выпускает фирма Ватер-

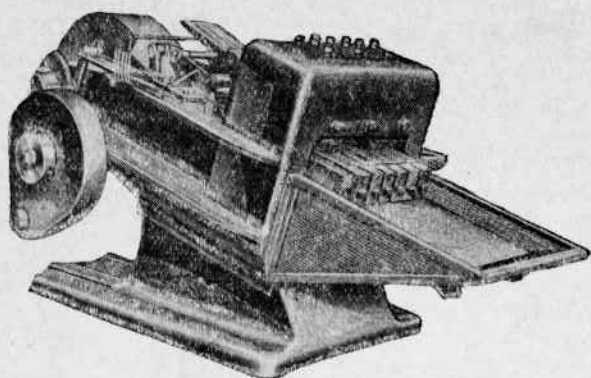


Фиг. 77. Резьбонакатный полуавтомат Ватербюри-Фаррел для накатывания очень длинных деталей.

бюри-Фаррел, причем эти станки предназначены для накатывания резьбы на очень длинных шпильках (фиг. 77), для чего их снабжают специальными направляющими, а при очень длинных шпиль-

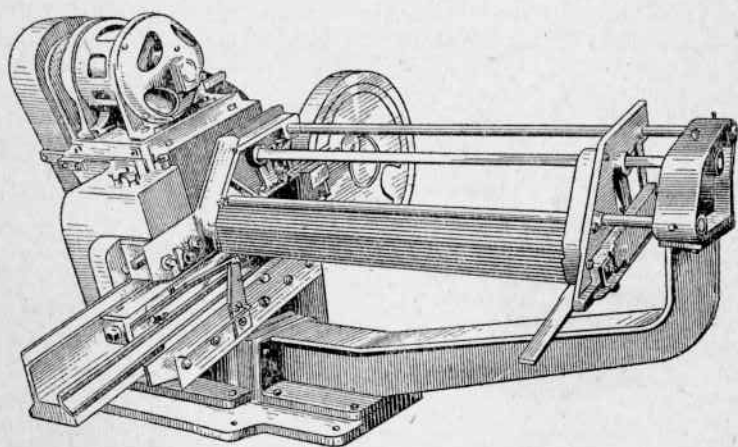
ках — дополнительными стойками, поддерживающими конец заготовки.

Станки для накатывания резьбы одновременно на двух шпильках фирма Ватербюри-Фаррел строит также наклонного типа. На



Фиг. 78. Резьбонакатный полуавтомат Ватербюри-Фаррел для накатывания резьбы на двух шпильках.

фиг. 78 изображен станок этого типа для накатывания резьбы диаметром до 16 мм и длиной до 50 мм на заготовках длиной 150—620 мм, причем такие станки можно снабжать магазином, зна-

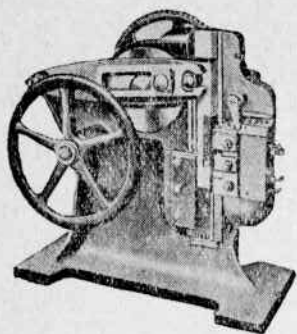


Фиг. 79. Резьбонакатный полуавтомат с магазином.

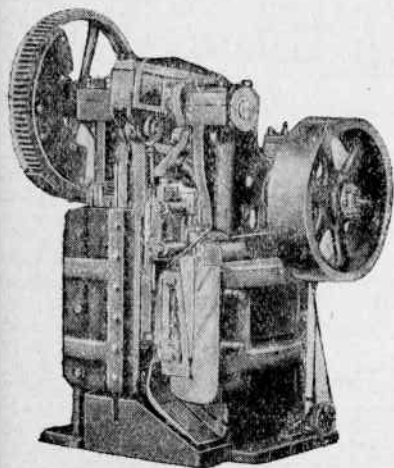
чительно повышающим их производительность. Устройство магазина (фиг. 79) очень простое; при изменении длины заготовки в пределах 150—1500 мм надо только переместить и закрепить подвижную стенку. Благодаря этому магазин можно рационально использовать даже при обработке небольших партий деталей.

Резьбонакатные полуавтоматы с горизонтальной подачей заготовок и вертикальным направлением движения плашки

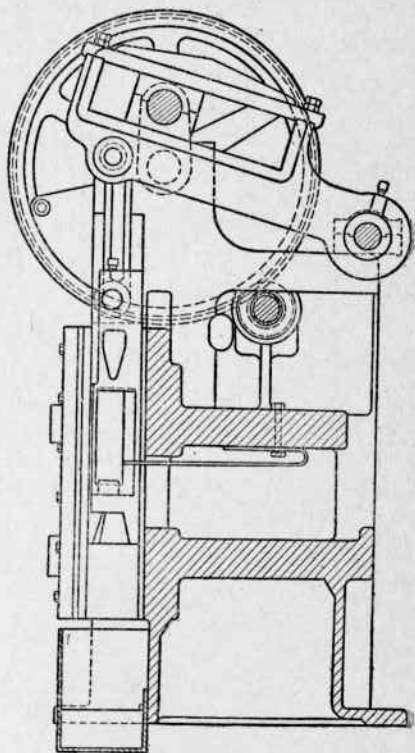
На фиг. 80 изображен полуавтомат такого рода, выпускаемый германской фирмой Мальмеди, а на фиг. 81 — американской фирмой Националь, причем последняя фирма изготовляет станки двух



Фиг. 80. Вертикальный резьбонакатный полуавтомат Мальмеди.



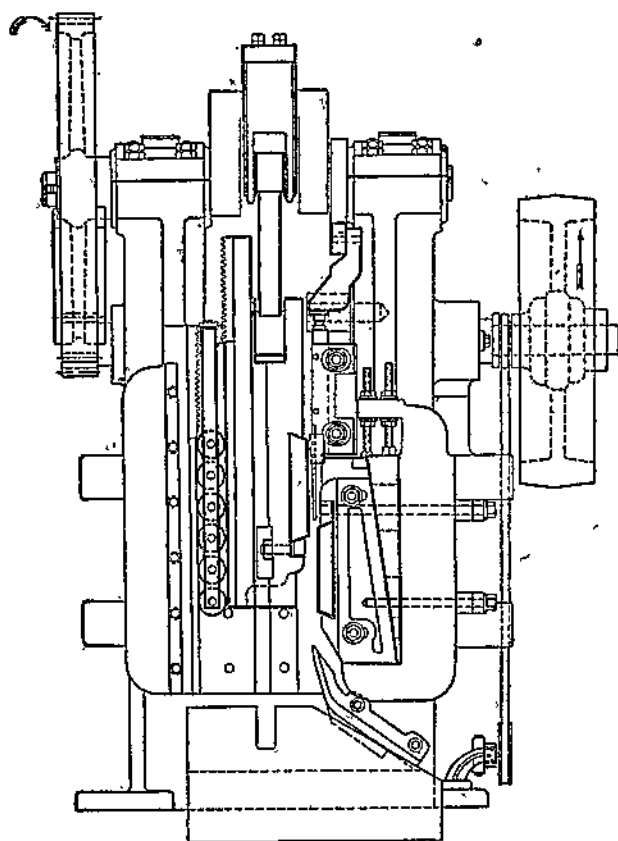
Фиг. 81. Вертикальный резьбонакатный полуавтомат Националь.



Фиг. 82. Вертикальный резьбонакатный полуавтомат Националь.

размеров: для накатывания резьбы диаметром до 1" и до 1 1/2". Плашка перемещается кривошипно-шатунным механизмом с качающейся кулисой (фиг. 82). Толкатель действует параллельно движению подвижной накатной плашки и приводится в действие эксцентриком, насаженным на кривошипном валу (фиг. 83). Качаю-

ящаяся кулиса соединена с ползуном посредством шатуна. Для уменьшения трения между ползуном и станиной помещены закален-



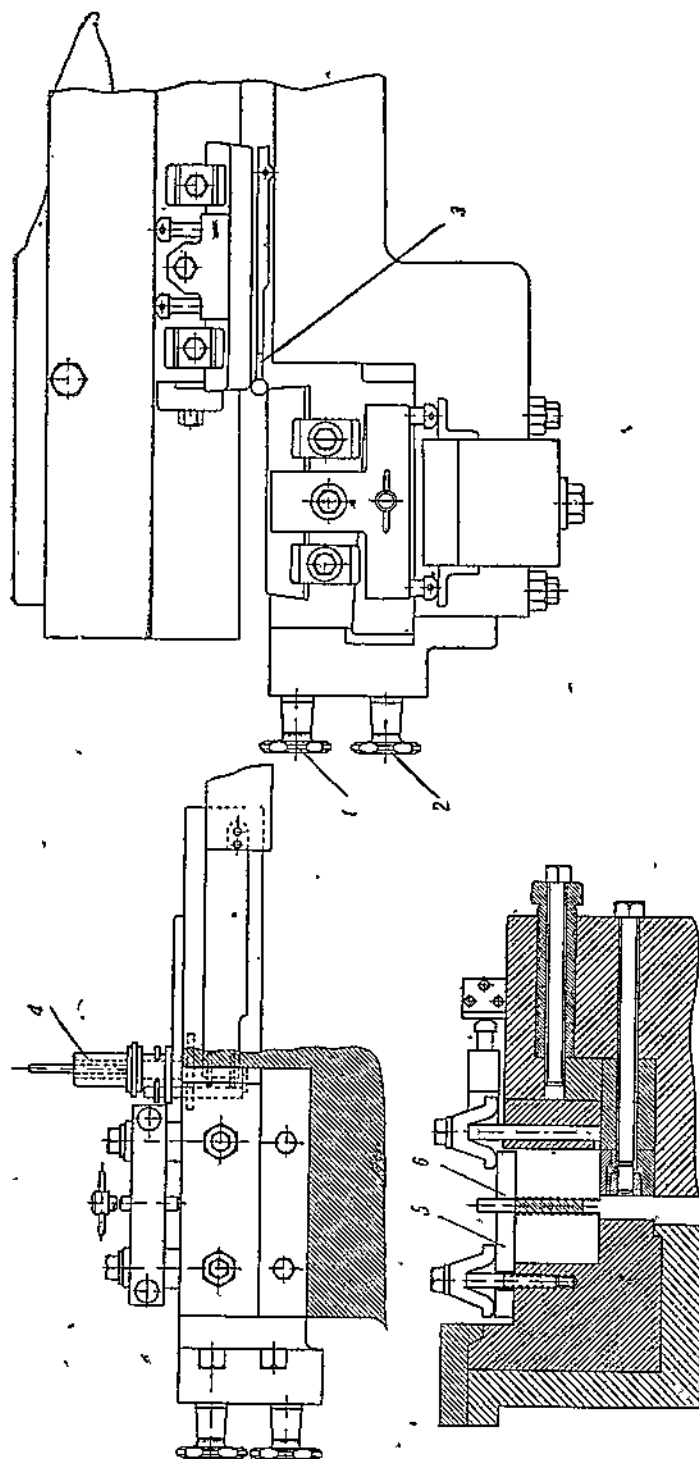
Фиг. 83. Вертикальный резьбокатный полуавтомат
Националь.

ные ролики, заключенные в обойму, которые перемещаются зубчатой рейкой. Неподвижная плашка закреплена в держателе, который регулируют клином и болтом.

Станок для накатывания метчиков

Несколько видоизмененную конструкцию представляет станок для накатывания метчиков, работающий на заводе «Красный гвоздильщик»; модернизированный Писаревским и Стренбергом (фиг. 84).

Основное отличие этого станка заключается: 1) в усовершенствовании регулировки неподвижной плашки путем применения



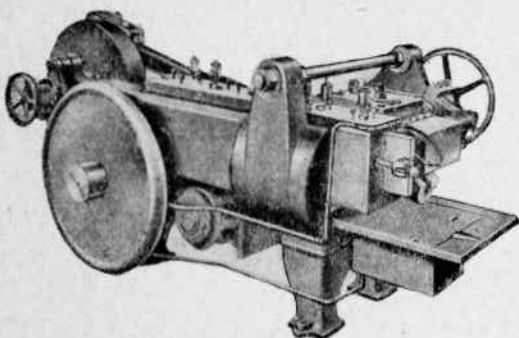
Фиг. 84. Станок для накатывания моточков.

специальных клиньев, регулирующих положение неподвижной плашки в вертикальной и горизонтальной плоскостях и снабженных микрометрическими винтами 1 и 2 с нониусами, обеспечивающими точность до 0,01 мм; 2) в введении двух специальных пластин с вырезом, соответствующим радиусу заготовки, которые подхватывают и центрируют падающую из магазина 4 заготовку; 3) в применении плоских направляющих пластин 5 и 6, центрирующих метчик во время накатывания резьбы по его хвостовой части; эти пластины перемещаются специальными болтами перпендикулярно перемещению метчика.

Подобным образом может быть переделан станок любой конструкции, что позволяет накатывать метчики на любом заводе, располагающем оборудованием для накатывания резьбы.

Станок для накатывания плашек

Для накатывания резьбы на плашках фирма Кайзер выпускает специальные станки (фиг. 85). Эти станки отличаются мощной



Фиг. 85. Станок Кайзер для накатывания плашек.

станиной и анкерным болтом для уменьшения упругих деформаций станины под действием радиальных усилий. Кроме того, для устранения перекосов неподвижной плашки от перемещения в направлении, перпендикулярном подаче, ее подают по направляющим, подобно супорту токарного станка, при помощи винта с маховичком. Величину хода подвижной плашки можно регулиро-

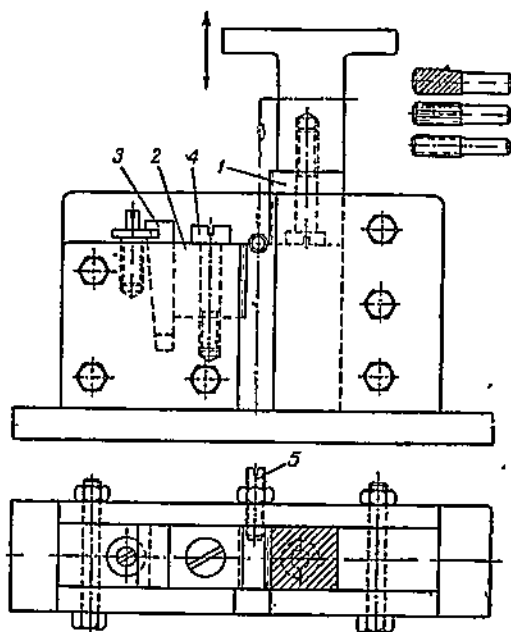
вать в весьма небольших пределах в зависимости от длин накатываемых плашек, изменяя расстояния до пальца кривошипа.

Накатывание резьбы плоскими плашками на эксцентриковых прессах и шепингах

Если нет специальных накатных станков, то резьбу на некрупных деталях можно накатывать на эксцентриковых прессах или шепингах.

Простейшее приспособление для накатывания резьбы на эксцентриковом прессе изображено на фиг. 86. К ползуну прессы прикрепляют подвижную часть приспособления с плашкой 1, входящей между направляющими пластин. Положение неподвижной плашки 2 можно регулировать в направлении, перпендикулярном направлению движения плашки, посредством клина 3. Положение

неподвижной плашки фиксируют болтом 4. Для ограничения длины резьбы служит упор 5. Пользуясь этим приспособлением, помимо резьбы, можно накатывать рифления, канавки и т. д.



Фиг. 86. Приспособление для накатывания резьбы на эксцентриковом прессе.

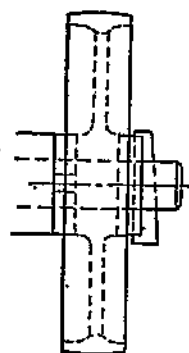
Аналогичное приспособление для накатки резьбы на шепинге описано в статье Е. Дюшкиным в журнале «Авиапромышленность» (№ 7—8, 1937), а также в журнале «Машиностроитель» (№ 11, 1940).

Предохранительные устройства резьбонакатных станков

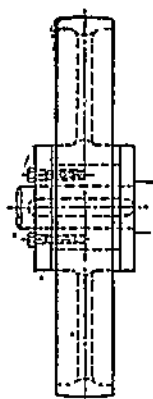
Для предупреждения перегрузки резьбонакатных станков и могущих возникнуть поломок большинство современных резьбонакатных станков снабжено предохранительными устройствами, выключающими станок при перегрузке. При этом следует различать устройства: 1) выключающее целиком все движения станка и 2) выключающее движение ползуна с подвижной накатной плашкой при обратном ходе.

Предохранительное устройство первого типа, устанавливаемое на станках Кизерлинг и Альбрехт, Мальмеди, Газенклевер и др., обычно располагают на ведомом шкиве станка (фиг. 87). Маховик станка, являющийся одновременно приводным шкивом, свободно насажен на валу и передает усилие вследствие трения поверхности

ступицы; при помощи клиновой шпонки можно изменять величину передаваемого усилия. В станках Националь, Батербюри-Фаррел и других клиновая шпонка заменена нажимными винтами (фиг. 88).



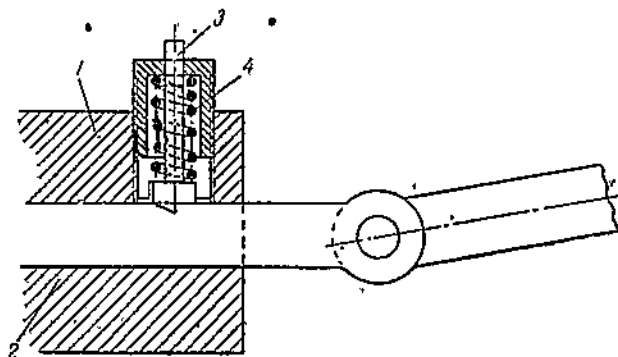
Фиг. 87. Предохранительное устройство для выключения главного вала машины.



Фиг. 88. Предохранительное устройство для выключения главного вала машины.

Примером предохранительного устройства второго рода, действующего непосредственно на ползун и останавливающего станок при затягивании изделия во время обратного хода, может служить приспособление, применяемое в станках Газенклевер, завода им. У Ленина и др.

Через ползун 1 (фиг. 89) проходит штанга 2, связанная с кривошипом шарниром. В этой штанге сделано углубление, в которое под действием пружины 4 входит штифт 3. Благодаря особой



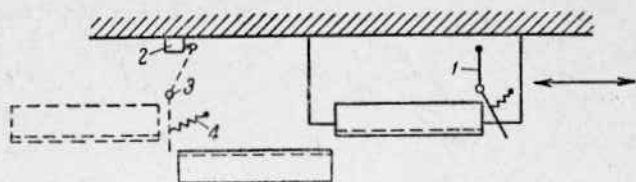
Фиг. 89. Предохранительное устройство для выключения ползуна.

форме канавки и штифта при перегрузке во время обратного хода штифт преодолевает действие пружины 4 и поднимается, отсоединяя ползун от штанги. Тогда ползун останавливается, а штанга продолжает двигаться в ползуне.

Для правильной работы предохранительного устройства необходимо регулировать натяжение пружины 4, иначе выключения может не произойти.

Выталкивающие устройства

Для быстрого выбрасывания изделий из плашек после накатывания на них резьбы применяют различные выталкивающие устройства, действующие, как рычаги или пружины. Выталкивающие

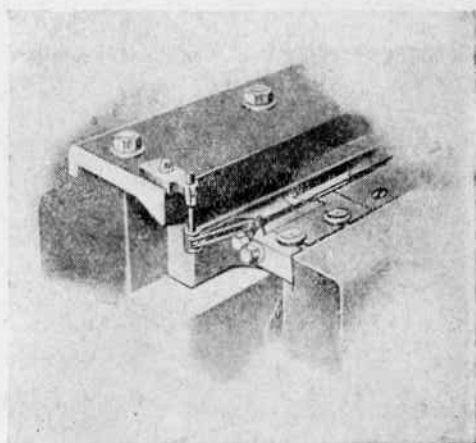


Фиг. 90. Схема рычажного выталкивателя.

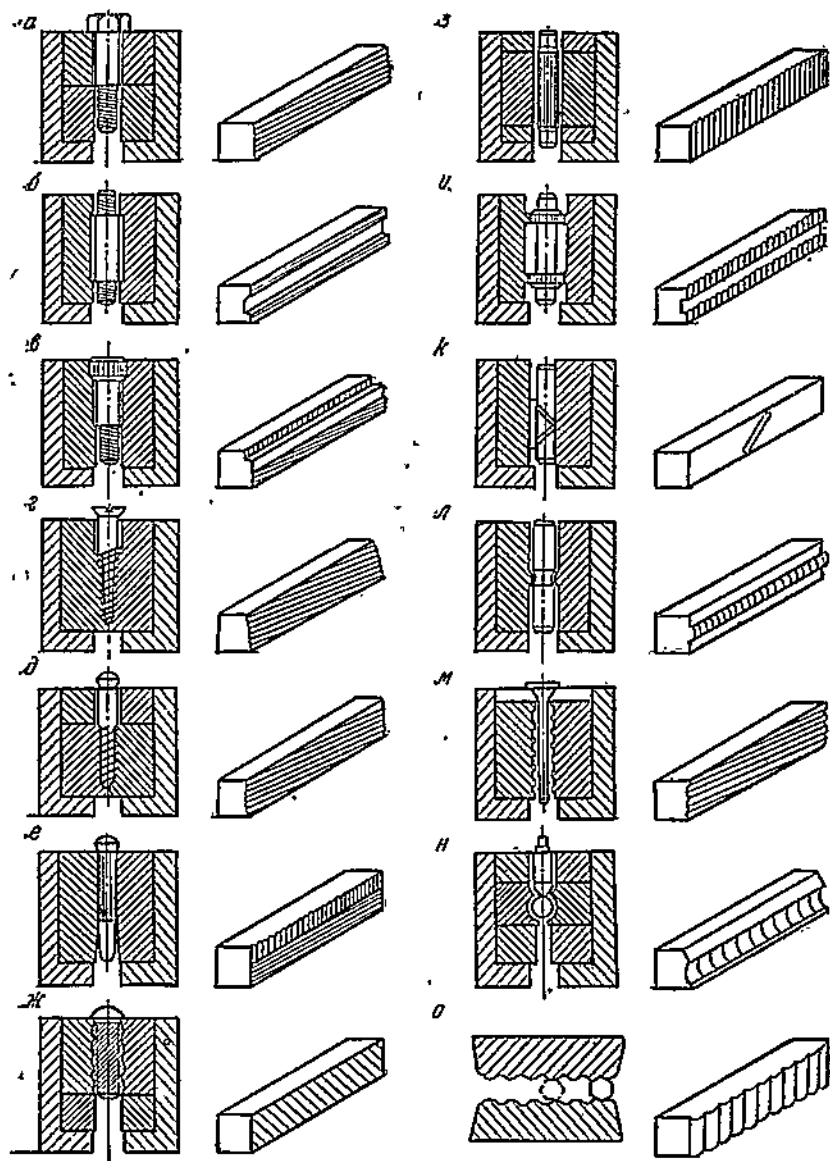
устройства применяют, главным образом, для того, чтобы предупредить затягивание деталей во время обратного хода. Существующее мнение, что накатные станки с наклонным направлением движения плашки не нуждаются в выталкивающем устройстве, неверно. Опыт эксплуатации резьбонакатного станка Кайзер показал, что при накатывании резьбы, в особенности крупных размеров (свыше M12), систематически происходит затягивание заготовки во время обратного хода. Этот недостаток был устранен только путем установки выталкивателя.

Наиболее распространен рычажный выталкиватель (фиг. 90), который располагается на ползуне станка и приводится в действие в момент выхода заготовки из плашек вследствие удара одного плеча рычага 1 об укрепленный на станине упор 2. Обратный поворот рычага вокруг оси 3 осуществляется под действием пружины 4.

Более простое выталкивающее устройство изображено на фиг. 91. Оно состоит из толкающей изогнутой плоской пружины, прикрепленной к станине таким образом, что заготовка толкает пружину назад при движении заготовки вперед, а при достижении крайней мертвой точки пружина выталкивает заготовку вперед, не позволяя ей остаться между плашками.



Фиг. 91. Пружинный выталкиватель.



Фиг. 92. Плашки.

а—для резьбовой части болта, *б*—для резьбовой части шпильки, *в*—для резьбовой и рифленой части, *г*—для конического винта, *д*—для шурупа по дереву, *е*—для винтов колесных бандажей, *ж*—для накатки гвоздей для крепления в металле, *з*—для рифленой поверхности, *и*—для рифленой поверхности, *к*—для накатки спиральной канавки, *л*—для калибровки радиуса, *м*—для правки клапана, *н*—для калибровки шарового пальца руля, *о*—для калибровки шестигранника.

ПЛАШКИ

Плашки являются инструментом, переносящим негативный отпечаток своего профиля на поверхность изделия, поэтому к ним предъявляют чрезвычайно высокие требования, чтобы получать точные элементы резьбы. С этой целью механическая обработка профиля плашек должна быть очень точной, а также необходимо предупреждать коробление плашек при последующей термической обработке, выбирая соответствующие сорта стали и надлежащий режим термообработки. Вместе с тем плашки должны обладать значительной стойкостью, чтобы приходилось возможно реже их менять. Данные о примерной стойкости плашек приведены в табл. 7.

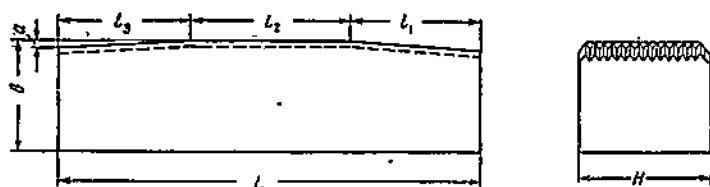
Стойкость плашек зависит от материала, из которого они изготовлены, его термообработки, а также от геометрии плашек.

Геометрия плашек зависит от характера их работы² (фиг. 92); однако геометрия построения рабочей поверхности плашек для всех указанных разновидностей может быть сведена к нескольким типам (табл. 8). Поэтому приводимыми ниже данными о геометрии

Таблица 7

Стойкость плашек

Резьба	Количество ¹ деталей, накатанных плашками до полного их износа, тыс. шт.
M3—M6	200—250
M8—M14	120—150
M16—M20	80—120
M22—M27	50—80
M30—M36	40—70



Фиг. 93. Профиль плашки.

плашек для накатывания резьбы можно пользоваться для изготовления плашек для других видов работ.

Профиль правильно сконструированной плашки (фиг. 93) обычно состоит из приемной части l_1 , калибрующей части l_2 и оовожающей части l_3 . Приемная часть l_1 служит для захватывания детали и предварительного накатывания резьбы, которая принимает окончательную форму на калибрующей части l_2 .

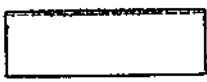
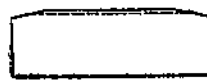
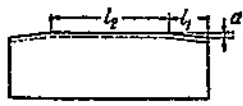
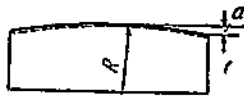
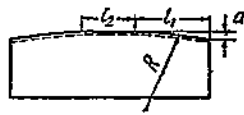
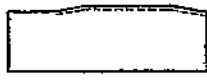
Опыты показали, что увеличение длины приемной части плашки значительно уменьшает возникающие при накатывании усилия, т. е.

¹ Количество указано для односторонних плашек; для двухсторонних плашек данные необходимо увеличивать вдвое.

² „Станки и инструмент“ № 4, 1939.

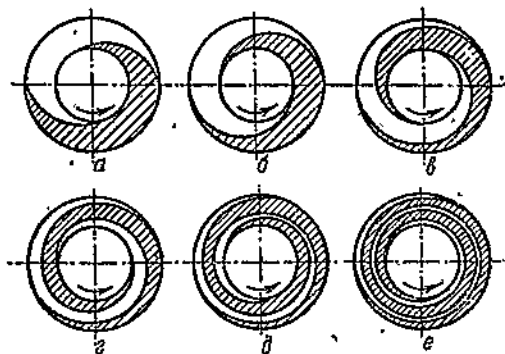
Таблица 8

Основные типы геометрии плашек для накатывания резьбы

Эскиз	Характер резьбы	Характеристика плашек
	Резьба в одной плоскости	Для эксплуатации непригодны вследствие значительной и неравномерно возрастающей нагрузки, вызывающей эллиптичность резьбы, быстрый износ плашек, а также вследствие чрезвычайно плохого захватывания и выбрасывания детали при накатывании
	1. Резьба в одной плоскости 2. Края сняты на конус	Для эксплуатации непригодны, дефекты те же, что и для первого случая, но выражены несколько слабее
	1. Резьба в трех плоскостях 2. Края спущены на строго определенную величину a	Для эксплуатации пригодны; давление возрастает постепенно и обеспечивает получение точной резьбы, причем абсолютная величина давления значительно ниже. Переход наклонной плоскости в горизонтальную производит едва заметную вмятину вдоль болта; при правильном выборе величин a и l_1 вмятина практически незаметна. Для изготовления плашек необходимо иметь специальное приспособление
	Резьба по дуге чрезмерно большого радиуса	То же, что и в предыдущем случае, однако, вследствие отсутствия калибрующего участка l_2 несколько возрастает эллиптичность получаемой резьбы. Риска вдоль болта отсутствует. Для изготовления плашек необходимо специальное приспособление, работающее по копиру К преимуществам следует отнести простоту изготовления копира
	Резьба в одной плоскости и по двум дугам окружности большого радиуса	То же, что и в предыдущем случае, однако, эллиптичность резьбы отсутствует. Вообще—наиболее совершенная конструкция плашек, требующая, однако, специального весьма сложного приспособления с копиром
	Плашки состоят из гладкой части и резьбовой типа в, г или д	В некоторых, сравнительно редких, случаях при накатывании резьбы на эллиптических заготовках плашки снабжают калибрующей гладкой частью, которая предварительно калибрует заготовку перед накатыванием резьбы

повышает стойкость плашек, однако, с другой стороны, увеличение размеров плашек вызывает утяжеление конструкции станка, отчего его производительность уменьшается.

Для пояснения процесса, происходящего при предварительном накатывании на приемной части плашки, на фиг. 94 схематически представлено вытеснение материала по архимедовой спирали при условии вдавливания плашек с различной длиной приемной части, составляющей от 0,25 до 2,0 периметров детали.

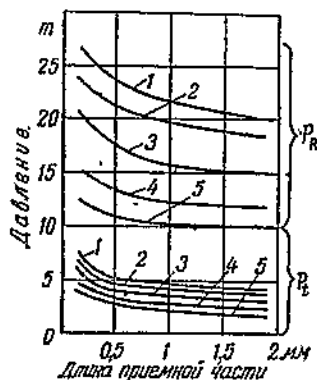


Фиг. 94. Объем материала, вытесняемый плашками с различной длиной приемной части.

$$a - l_1 = \frac{1}{4} \pi d_{\text{ср}}; \quad б - l_1 = \frac{1}{2} \pi d_{\text{ср}};$$

$$в - l_1 = \frac{3}{4} \pi d_{\text{ср}}; \quad г - l_1 = \pi d_{\text{ср}};$$

$$д - l_1 = 1 \frac{1}{2} \pi d_{\text{ср}}; \quad е - l_1 = 2 \pi d_{\text{ср}}.$$



Фиг. 95. Усилия, возникающие при накатывании плашками с различной длиной приемной части.

1 — 60 мм, 2 — 50 мм, 3 — 40 мм,
4 — 30 мм, 5 — 20 мм.

Опыты по накатыванию плашками типа в (табл. 8) с различными длинами приемной части l_1 (0,25; 0,5; 1; 2 периметра детали) резьбы В $1\frac{1}{4}$ " различной длины на сталь 34.13 показали, что значительное падение усилий происходит, когда длина приемной части составляет 0,25—1,0 периметра детали. Дальнейшее увеличение длины приемной части вызывает относительно небольшие изменения (фиг. 95). Вследствие этого приемную часть плашки рекомендуется делать длиной, равной 1—1,5 периметра накатываемой детали. Однако, если длина калибрующей части плашки при постоянной ее для данного станка общей длине плашки остается достаточно большой, что имеет место при накатывании деталей малых диаметров, то целесообразно увеличивать длину приемной части плашки до 3—4 периметров детали. От этого не только уменьшается величина давления, но и устраняется продольная риска, получающаяся на нитках резьбы при пользовании плашками типа в (табл. 8).

Значительное влияние на нормальную работу плашек оказывает правильный выбор величины a (см. фиг. 93), определяющей вместе с величиной l_1 угол скоса приемной части накатной плашки.

Размер a должен быть выбран таким образом, чтобы в момент подхода подвижной плашки к неподвижной происходило незначительное закусывание заготовки, т. е.

$$a = \frac{d_0 - \delta}{2} - x,$$

где x — коэффициент, зависящий от диаметра нарезки, имеет следующие значения:

Резьба	M3—M5	M6—M10	M12—M18	M20—M27	M30—M36
x	0,07	0,1	0,15	0,2	0,3

Если заготовка в момент начала накатывания проходит свободно, то захват заготовки (закусывание) происходит несколько позже, т. е. где-то в середине (фиг. 96), что чрезвычайно затрудняет правильное попадание заготовки между плашками и приводит к массовому браку из-за перекоса резьбы, независимо от способа подачи заготовок (полуавтоматический или автоматический).

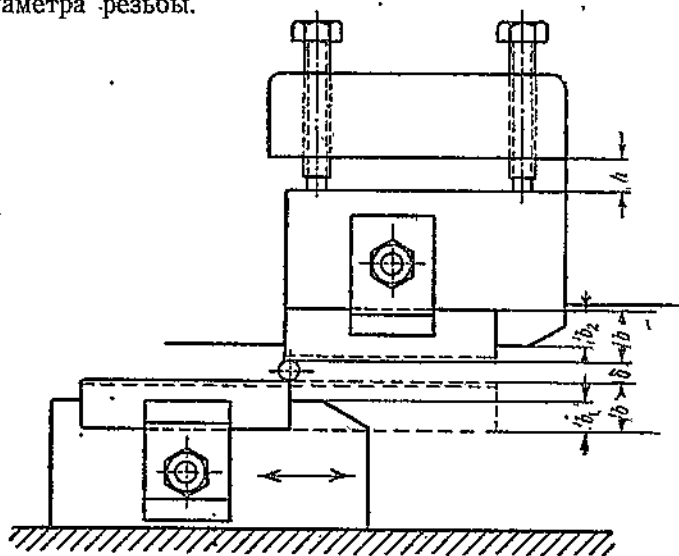
Фиг. 96. Неправильный (а) и правильный (б) углы скоса плашки.

Для лучшего захвата заготовки некоторые фирмы рекомендуют несколько уменьшать величину угла захвата, изменяя длину приемной части подвижной плашки по сравнению с углом неподвижной плашки. Однако на практике это себя не оправдало, так как захватывание заготовки плашками с одинаковыми углами происходит достаточно хорошо.

Калибрующие части l_2 плашек обычно параллельны друг другу, причем опыты показали, что для получения хороших результатов длина калибрующей части должна составлять минимум $0,5\pi d_{\text{ср}}$. Длину освобождающих частей l_3 накатных плашек, необходимую для постепенного освобождения накатываемой детали от упругого действия стакины, устранения затягивания детали при обратном ходе станка и рационального использования обеих сторон плашек, обычно делают равной приемной части, т. е. $l_1 = l_3$. Однако, если длина плашек недостаточна, то, стремясь сохранить нормальные длины приемной и калибрующей частей, что может иметь место при накатывании резьб крупных диаметров, длину освобождающей части можно уменьшать до $0,5\pi d_{\text{ср}}$.

Габаритные размеры плашек ($L \times H \times b$) в станках различных фирм колеблются. Так, длина неподвижной плашки $L = 16—20 d_0$.

при $d_0=3-6$ мм и $L=12-15 d_0$ при $d_0=6-36$ мм. Чтобы устранить возможность затягивания детали при обратном ходе, подвижную плашку делают длиннее неподвижной плашки на 2—3 максимальных диаметра резьбы.



Фиг. 97. Максимальная толщина плашек.

Толщина плашки обычно составляет $b=4-7 d_0$ при $d_0=3-6$ мм и $b=2-3,5 d_0$ при $d_0=6-36$ мм. При этом плашку целесообразно делать возможно толще, чтобы ее возможно было подвергать многократным отжигам и переделкам, так как по мере срабатывания зубьев плашки отжигают, протрагивают и нарезают вновь. Это повторяют 3—4 раза, пока толщина плашки не уменьшится на половину.



Фиг. 98. Заготовки для плашек.

Дальнейшее уменьшение толщины плашки нерационально, так как возникает опасность выворачивания плашек из их гнезд во время работы.

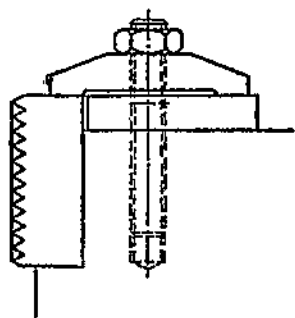
Максимальная толщина плашек определяется по формуле

$$b_{\max} = \frac{2b + h}{2} - \delta,$$

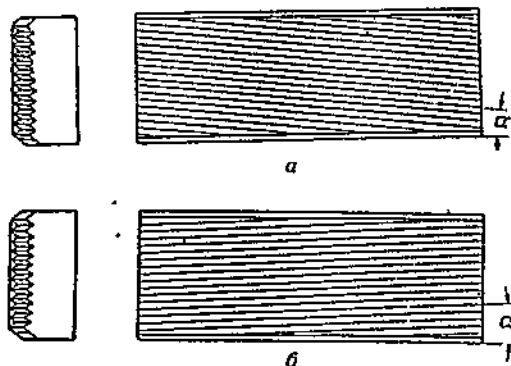
где δ — диаметр накатываемой заготовки.

Однако, чтобы унифицировать заготовки плашек различных диаметров резьбы, целесообразно за счет изменения величины h (фиг. 97) делать плашки для некоторого диапазона резьб одинаковой толщины, так как это значительно облегчает изготовление заготовок. В качестве примера в табл. 9 и на фиг. 98 приведены нормы для плашек, построенные по этому методу.

Высота накатных плашек H обычно колеблется в пределах 5—10 максимальных диаметров нарезки. Однако высоту плашки можно изменять не только в пределах высоты гнезда, но, применяя специальные подкладки (фиг. 99) при накатывании длинных резьб за один проход, возможно допускать выступание плашки за пределы гнезда.



Фиг. 99. Высокая плашка.



Фиг. 100. Направление наклона резьбовых канавок в плашках.

a —для правой резьбы, b —для левой резьбы.

Высокие накатные плашки широко применяют стахановцы-накатчики на ряде заводов.

Угол подъема канавок. Рабочие поверхности плашек снабжены канавками, идущими под углом, равным углу подъема винтовой линии изготавливаемой резьбы.

В обеих парных плашках наклон резьбовых канавок всегда идет в одном направлении, но всегда направлен в сторону, противоположную наклону винтовой линии накатываемой резьбы (фиг. 100).

Величину угла подъема резьбы α определяют по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d_{cp}}$$

Эта же формула показывает, почему одной и той же плашкой нельзя накатывать резьбу одинакового профиля на деталях различных диаметров, что часто допускает большинство начинающих накатчиков резьбы, получая детали с резьбой, имеющей подобие многоходовой.

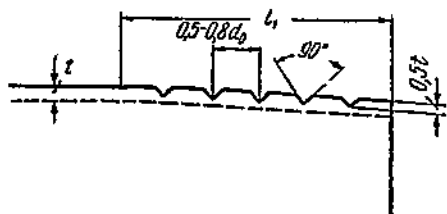
Точные значения углов подъема резьбы, которые надо соблюдать, приведены в табл. 10.

Точные значения углов подъема резьбы, которые надо соблюдать, приведены в табл. 10.

Углы наклона α канавок плашек

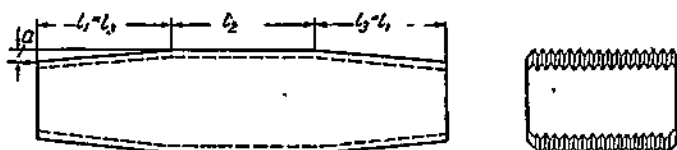
Резьба метрическая					Резьба дюймовая			
Основной, ГОСТ 32; 94		1-я мелкая, ГОСТ 271		2-я мелкая, ГОСТ 272	Витворта, ГОСТ 1260		Трубная, ГОСТ 265	
диаметр резьбы мм	шаг мм	α	шаг мм	α	диаметр резьбы в дюймах	число нитек на 1"	диаметр резьбы в дюймах	число нитек на 1"
2	0,4	4°11'	—	—	8/16	24	1/8	28
3	0,5	3°24'	0,35	—	1/4	20	1/4	19
4	0,7	3°35'	0,5	—	5/16	18	5/16	19
5	0,8	3°15'	0,5	—	3/8	16	1/2	14
6	1,0	3°23'	0,75	—	7/16	14	5/8	14
8	1,25	3°9'	1,0	1°36'	1/2	12	3/4	14
10	1,5	3°1'	1,0	1°49'	5/8	12	7/8	14
12	1,75	2°55'	1,25	1°26'	3/4	11	1	11
14	2,0	2°51'	1,5	1°38'	7/8	10	—	—
16	2,0	2°46'	1,5	1°22'	1	9	—	—
18	2,5	2°46'	1,5	1°11'	1 1/8	8	—	—
20	2,5	2°28'	1,5	1°3'	1 1/8	7	—	—
22	2,5	2°14'	1,5	0°57'	1 1/4	7	—	—
24	3,0	2°28'	2,0	0°51'	1 1/4	6	—	—
27	3,0	2°11'	2,0	1°11'	1 1/2	6	—	—
30	3,5	2°18'	2,0	1°3'	—	—	—	—
36	4,0	2°12'	3,0	1°3'	—	—	—	—

Большинство американских фирм на всей приемной части плашек делают специальные канавки с углом в 90° , идущие перпендикулярно к резьбовым канавкам и проникающие на половину высоты резьбы (фиг. 101). Обычно расстояние между этими канавками делают равным $0,5-0,8 d_0$ накатываемого изделия. Эти канавки обеспечивают лучшее захватывание заготовки и хорошее прокатывание ее, не допуская проскальзывания вдоль плашек,



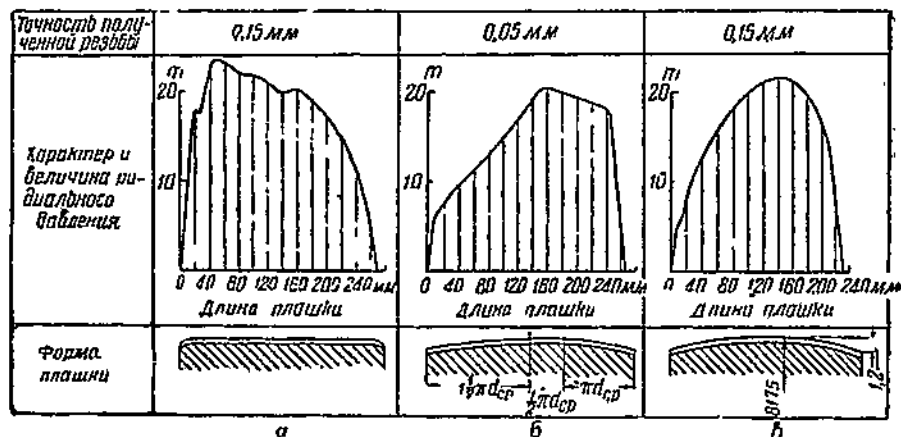
Фиг. 101. Продольные канавки плашек.

отчего улучшается качество резьбы и увеличивается стойкость плашек. Однако, несмотря на такого рода преимущества, такие плашки не получили широкого распространения на наших заводах.



Фиг. 102. Двухсторонняя плашка.

Для увеличения стойкости резьбы плашек у крайних ниток снимают фаску под углом в 45° , предупреждая этим выкрашивание крайних ниток. Величина фаски зависит от шага резьбы; обычно ее делают равной шагу резьбы.



Фиг. 103. Влияние формы плашек на точность накатываемой резьбы.

Наиболее целесообразной конструкцией надо считать двухсторонние плашки (фиг. 102), так как они дают возможность максимально использовать материал плашки.

На фиг. 103 показано влияние формы плашки на точность накатываемой резьбы В 1 1/4", откуда видно, что наилучшие результаты дает плашка б, так как величины радиальных усилий минимальные, а возникающие усилия, оказывающие значительное влияние на точность резьбы, растут плавно. Хотя плашка в без калибрующей части дала сравнительно благоприятные рост и падение давления, но резьба получилась эллиптической.

На фиг. 104 показаны результаты испытаний плашек криволинейной формы, причем кривые 1 и 2 получены для плашек типа д (см. табл. 8), у которых $l_1 = 1,5 \pi d_{cp}$; $l_2 = \pi d_{cp}$ и $l_3 = \pi d_{cp}$; кривая 3 — для плашек типа г с радиусом 8175 мм. Кривая 4 получена для плашек типа в, имевших $l_1 = 2 \pi d_{cp}$; $l_2 = 1/2 \pi d_{cp}$ и $l_3 = \pi d_{cp}$, а кривая 5 — для плашек того же типа с $l_1 = 3 \pi d_{cp}$; $l_2 = \pi d_{cp}$ и $l_3 = \pi d_{cp}$.

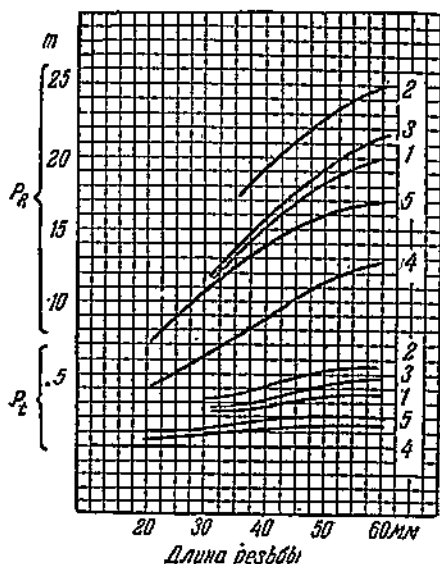
Плашки для накатывания шурупов для дерева. Накатывание шурупов на наших заводах распространено мало, тогда как заграничные и некоторые отечественные заводы достигли в этой области значительных успехов.

Шурупы, получаемые путем накатывания, можно разделить на две категории: 1) шурупы, у которых заостренная часть имеет вид гвоздя (фиг. 105, а), и 2) шурупы с концом в виде буравчика (фиг. 105, б).

В обоих случаях накатанные шурупы будут несколько отличаться от нарезанных шурупов тем, что ненарезанная часть шурупа будет несколько меньше диаметра резьбы.

Шурупы без буравчика на конце выгодно отличаются тем, что изготовление накатных плашек для них несложно, так как мало отличается от изготовления обыкновенных плашек для накатывания резьбы и не требует специальных фрез.

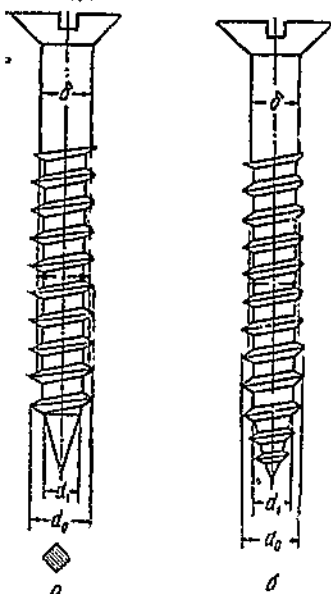
На фиг. 106 и в табл. 11 приведены размеры плашек такого рода, применяемых Харьковским электромеханическим заводом. Канавки сделаны обычной резьбовой фрезой, причем для получения соответствующего профиля и улучшения качества резьбы кан-



Фиг. 104. Усилия, возникающие при накатывании резьбы криволинейными плашками.

1—резьба 1 1/4", сталь 38.13, 2—резьба 1 1/4", сталь 60.11, 3—резьба 1 1/4", сталь 38.13, 4—резьба 3/4", сталь 38.13, 5—резьба 1", сталь 38.13.

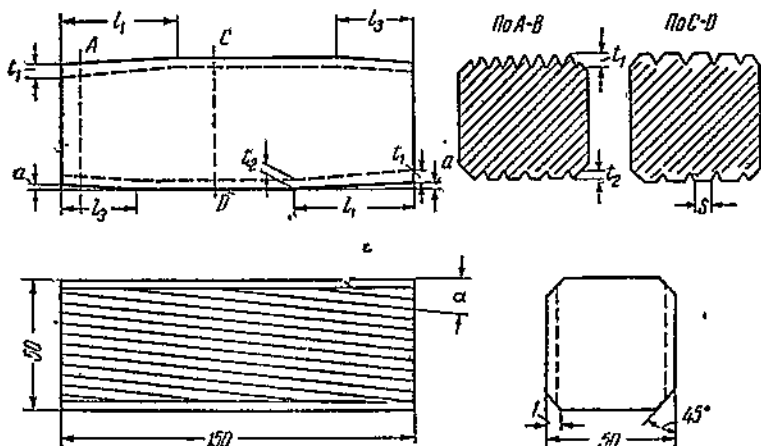
навки углубляют в накатную плашку на различную глубину (от t_1 до t_2), вследствие чего профиль плашки изменяется от профиля обычной резьбовой плашки на приемной и освобождающей частях, до профиля резьбы для шурупов на калибрующей части плашки.



Фиг. 105. Накатанные шурупы.

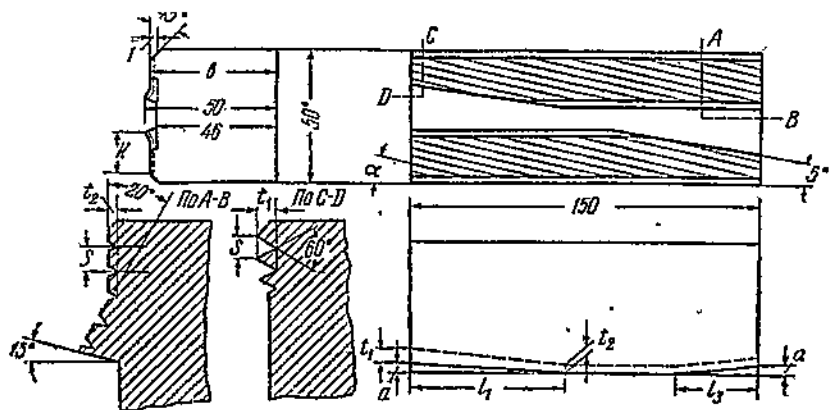
На фиг. 107 и в табл. 12 приведены размеры плашек, применяемых Харьковским электромеханическим заводом для изготовления шурупов с буравчиком на конце. Получение такого рода плашек довольно трудно; обычно необходимо пользоваться специальными фрезами. Так как помимо накатывания резьбы одновременно надо оттягивать конец шурупа для заострения, то, чтобы устранить выталкивание, конец заостряют тогда, когда резьба уже предварительно накатана; для этого в плашках для шурупов делают характерные скосы. Профиль плашки, как и в предыдущем случае, имеет резьбовые канавки различной глубины (от t_1 до t_2).

К недостаткам плашек этого рода следует отнести еще то, что комплект плашек пригоден только для шурупов с резьбой определенной длины.



Фиг. 106. Плашка для накатывания шурупов.

Для лучшего захватывания заготовки и повышения качества резьбы на приемной части накатных плашек обеих конструкций рекомендуется делать канавки (см. Фиг. 101).



Фиг. 107. Плашка для накатывания шурупов.

Таблица 11

Плашки для накатывания шурупов
с кондом в виде гвоздя

(см. фиг. 107)

Диаметр шурупа мм	s	a	t ₁	t ₂	a	l ₁	l ₂
3	1,25	8°50	0,9	0,45	0,2	45	25
4	1,8	9°55	1,2	0,7	0,2	45	25
5	2,2	9°33	1,5	0,85	0,30	50	30
6	2,6	9°10	1,8	0,85	0,3	50	30

Таблица 12

Плашки для накатывания шурупов
с буравчиком на конце

(см. фиг. 108)

Диаметр шурупа мм	s	a	t ₁	t ₂	a	l ₁	l ₂	b
3	1,25	8°50	0,9	0,45	0,2	45	25	49
4	1,8	9°55	1,2	0,7	0,2	45	25	48,8
5	2,2	9°33	1,5	0,85	0,30	50	30	48,5
6	2,6	9°10	1,8	0,85	0,3	50	30	48

Материал для плашек

Материал, из которого изготовляют плашки, в термообработанном состоянии должен обладать следующими свойствами, обеспечивающими высокую стойкость плашек и точность получаемой резьбы.

1. Высокая твердость и стойкость против истирания.
2. Значительная ударная прочность, чтобы плашки выдерживали ударные нагрузки, возникающие при накатывании резьбы.
3. Возможно меньшие деформации при термической обработке.

Применение углеродистых инструментальных сталей нерационально, так как плашки значительно коробятся при термообработке, а зубья выкрашиваются во время работы. Данные Харьковского электромеханического завода показывают, что стойкость углеродистых плашек в 5—6 раз ниже, чем плашек из легированной стали. Особенно значительно коробятся плашки при закалке в воде, причем сильно коробятся плашки из углеродистых сталей после повторного отжига и фрезерования их.

Применение легированных сталей, закаливаемых в масле или в струе воздуха, позволило значительно уменьшить коробление и увеличить стойкость плашек. Согласно данным Зельтмана, больше всего коробятся плашки из углеродистой стали, закаленные в воде, причем величина коробления в 12 раз больше, чем плашек из легированных хромистых сталей, закаленных в струе воздуха, и в 8 раз больше, чем при закалке в масле.

Большинство иностранных и отечественных заводов изготавливает плашки из хромистой стали X12M, содержащей 1,45—1,70% С, не более 0,35% Мп, не более 0,5% Si, 11—12,5% Cr, 0,15—0,3% V, 0,5—0,8% Мо.

Кроме этого, для изготовления плашек можно рекомендовать хромоникелевомолибденовую сталь 5ХНМ, содержащую 0,5—0,6% С, 0,5—0,8% Cr, 0,15—0,3% Мо, или хромовольфрамовую сталь ХВГ, содержащую 0,9—1,05% С, 0,8—1,1% Мп, 0,9—1,2% Cr, 1,2—1,6% W.

Плашки из указанных сортов легированных сталей должны обладать после закалки твердостью $R_c = 57-60$.

Чрезвычайно важно после термической обработки получить одинаковую твердость по всей поверхности плашки. Этого можно достигнуть только правильным нагревом плашек и соблюдением установленной технологии. В особенно неблагоприятных условиях находятся крайние нитки плашки, которые быстрее остывают и сильнее закаливаются. Поэтому некоторые фирмы рекомендуют отпускать плашки следующим образом: после очистки плашек от пыли и окалины их кладут на толстую нагретую до 700° пластину; как только на поверхности пластины появится серый цвет побежалости, поворачивают пластину попеременно боковыми плоскостями так, чтобы первые нитки резьбы отпустились больше, чем средние.

Для плашек с двухсторонней нарезкой целесообразно применять несколько иной способ отпуска крайних ниток резьбы. Как только на рабочей поверхности плашки появится темножелтый цвет побежалости, к обеим сторонам плашки прикладывают пластинки, нагретые до 700°, и держат их до появления на краях плашки фиолетового цвета побежалости.

Изготовление плашек

Технологический процесс изготовления плашек состоит из следующих операций:

- 1) ковка призматических заготовок и отжиг их;
- 2) строгание заготовок со всех сторон до требуемого размера;
- 3) фрезерование рабочей поверхности плашки в специальном приспособлении¹;

¹ При изготовлении накатных плашек типа 103а резьбовые канавки на приемной и освобождающей частях плашки фрезеруют, подкладывая специальные клиновые подкладки то с одной, то с другой стороны обрабатываемой плашки, однако, это вызывает значительную затрату времени и может быть выполнено высококвалифицированным рабочим.

4) слесарная обработка — снятие фасок, заусениц и клеймение на торцевых поверхностях, указывая резьбу, марку стали и номер станка, для которого предназначены плашки;

5) термическая обработка — закалка и отпуск;

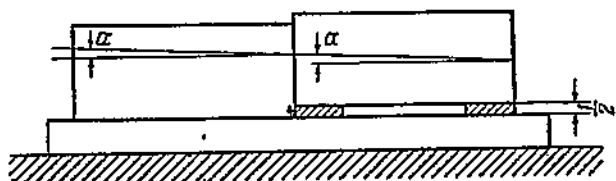
6) шлифование или притирание профиля плашки¹;

7) окончательный контроль плашек; если угол подъема резьбы отличается от теоретического больше чем на $10'$, то шлифуют боковые поверхности плашки.

Основные требования, предъявляемые к изготовленным плашкам, состоят в следующем:

1) получение правильного профиля и точного шага резьбы, соответствующего точности накатываемой резьбы;

2) отклонение угла наклона резьбовых канавок не должно превышать $10'$;



Фиг. 108. Проверка относительного смещения резьбовых канавок плашек.

3) плашки не должны быть покороблены при термической обработке; все плоскости плашки должны быть параллельны, а углы равняться 90° ;

4) величина скоса α (см. фиг. 93) должна быть выдержана с точностью $0,03-0,05$ мм;

5) отклонение в твердости, определенной в различных точках плашки, не должно превышать $1-2 R_c$.

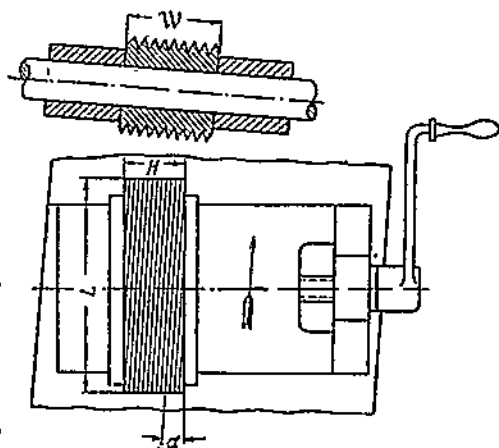
Габаритные размеры плашки можно выдерживать с точностью около 1 мм.

При изготовлении плашек проверяют сырые и закаленные заготовки, причем профиль резьбы контролируют специальными резьбовыми шаблонами, угол наклона — конусными линейками, отдельными для каждого размера резьбы, или угломером; коробление проверяют лекальными линейками на просвет, а параллельность плоскостей — угольниками.

Некоторые заводы, изготавливающие плашки, стремясь облегчить наладку, требуют, чтобы резьбовые канавки одной плашки были смещены относительно другой плашки точно на половину шага резьбы (фиг. 108), причем для проверки подкладывают под одну из плашек две эталонные пластинки и лекальную линейку, вхо-

¹ Эту операцию применяют только при необходимости получить совершенно точную резьбу, например, при производстве метчиков. Для обычной крепежной резьбы этой операции не применяют.

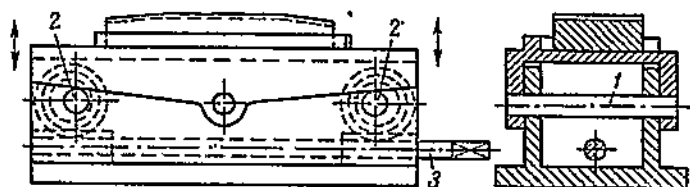
дующую в резьбовые канавки обеих плашек. Однако на основании нашего опыта можно отметить, что это совершенно излишне, так как в современных накатных станках можно легко регулировать плашки при установке, и опытные наладчики устанавливают за 10—15 мин. плашки, изготовленные без соблюдения указанного требования.



Фиг. 109. Установка плашек при фрезеровании.

Фрезерование резьбовых канавок обычно производят на горизонтально-фрезерном станке резцовой фрезой, профиль которой образован не винтовыми, а кольцевыми канавками, расположенными параллельно друг другу на расстоянии шага резьбы. Вследствие этого обрабатываемые плашки устанавливают наклонно по отношению оси фрезы под углом, равным углу подъема данной резьбы (фиг. 109). Для этого приспособление снаб-

жают градусными делениями или же его устанавливают при помощи специальной конусной линейки. Для получения точных размеров и чистой обработки, необходимо пользоваться фрезерными станками весьма солидной и жесткой конструкции, обращая также внимание, чтобы фреза не была и была плотно насажена на оправку.



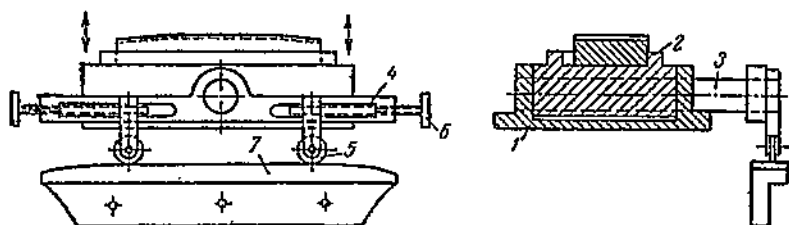
Фиг. 110. Приспособление фирмы Архимед для фрезерования плашек.

Германская фирма Архимед при изготовлении плашек со скошенной приемной и освобождающей частями применяет приспособление (фиг. 110), верхняя часть которого с укрепленной на ней плашкой шарнирно прикреплена осью 1 к нижней части и краями опирается на эксцентричные валики 2. Эти валики снабжены делениями, указывающими величину скоса. При повороте винтом 3 валиков 2 плашка поворачивается на определенный угол. Таким образом канавки плашки фрезеруют сначала ровно, а затем, пово-

рачивая винт 3 в ту или другую сторону, последовательно фрезеруют приемную и освобождающую части плашки.

К достоинствам этого приспособления следует отнести возможность обрабатывать плашки для различных резьб, меняя величину скоса и длину приемной и освобождающей частей плашки, для чего надо больше или меньше повернуть валики 2. Недостатком приспособления является возможность обрабатывать в нем плашки только определенной длины, поэтому при наличии нескольких станков, требующих плашек различных габаритов, необходимо иметь несколько приспособлений.

Для устранения этого недостатка при фрезеровании плашек часто применяют приспособления, работающие по копиру. приме-



Фиг. 111. Приспособление фирмы Хильгеланд для фрезерования плашек.

ром может служить приспособление, применяемое германской фирмой Хильгеланд, схематически представленное на фиг. 111, пользуясь которым можно профрезеровать плашку за один проход. Приспособление состоит из основания 1, укрепленного на столе фрезерного станка, и верхней части приспособления 2, соединенной с основанием 1 солидной осью 3. На другом конце оси 3 на шпонке насажена планка 4 с двумя роликами 5, которые при помощи винтов 6 можно перемещать в пазах, что способствует более легкой и точной наладке приспособления. Ролики 5 соприкасаются со специальным копиром 7, представляющим увеличенный профиль плашки. Копир прикреплен к неподвижной траверсе фрезерного станка, поэтому при продольном перемещении стола фрезерного станка ролики, перемещаясь вдоль, поворачивают накатную плашку, и вращающаяся фреза придает ее рабочей поверхности очертание копира.

Приспособление, предложенное Зельтманом и применяемое на германском заводе Архимед (фиг. 112), обладает следующими преимуществами.

1. Плашка перемещается в вертикальном направлении без вращения и притом на величину, зависящую от копира.

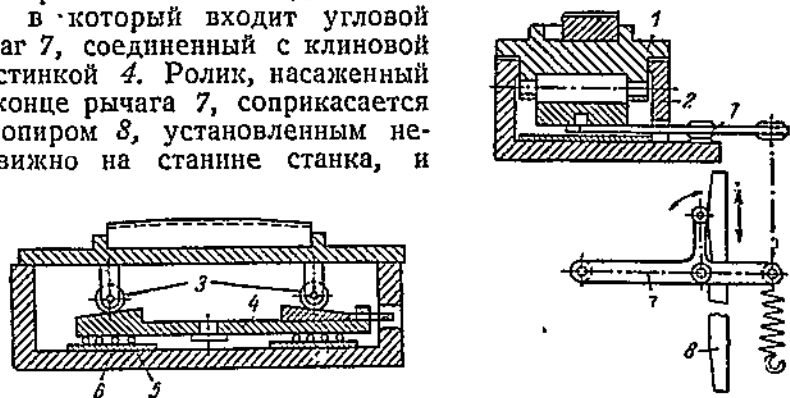
2. Давление, возникающее при фрезеровании, воспринимают два далеко отстоящие друг от друга ролика большого диаметра, что обеспечивает жесткость приспособления и устраняет дрожание плашки.

3. Большое передаточное число от копировальной линейки к плашке (1:30) удешевляет изготовление копира.

4. Точность изготовления плашек достигает 0,02 мм.

Верхняя часть 1 приспособления вместе с установленной на ней обрабатываемой плашкой расположена в корпусе 2 и при помощи роликов 3 соприкасается с клиновой пластинкой 4. Эта пластинка лежит на роликах 5, заключенных в обойме; под ролики, чтобы устранить изнашивание дна корпуса 2, подложены стальные закаленные пластинки 6.

Клиновидная пластинка 4 также закалена и отшлифована; для облегчения точности изготовления и установки одна из конусных частей пластинки сделана отъемной и ее можно передвигать в продольном направлении при помощи винта. В нижней части корпуса приспособления 2 сделан вырез, в который входит угловой рычаг 7, соединенный с клиновидной пластинкой 4. Ролик, насаженный на конце рычага 7, соприкасается с копиром 8, установленным неподвижно на станине станка, и



Фиг. 112. Приспособление Зельтмана для фрезерования плашек.

прижимается к нему пружиной. Отношение плеч рычага 7 равно 1:1, а наклон клиновидной пластинки 1:30.

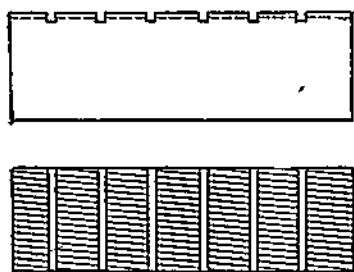
Для получения гладкой поверхности резьбы фрезерованные и термически обработанные плашки шлифуют или притирают. Шлифование производят на плоско-шлифовальном станке, причем шлифовальный круг имеет контур резьбы. Недостатками шлифовки являются: 1) трудность правильной установки плашек при их шлифовании, 2) значительные затруднения при шлифовании мелких резьб (с шагом менее 1 мм), так как даже высококачественный шлифовальный круг во время обработки сильно изнашивается, отчего профиль плашки искажается.

Вследствие этого притиранию плашек надо отдать предпочтение перед шлифованием. Притиром обычно служит чугунный брусок с фрезерованными на нем резьбовыми канавками, соответствующими профилю резьбы. Для притирания применяют пасту ГОИ, перемещающую притир в горизонтальном направлении. Для этого можно использовать любой станок с прямолинейным или круговым движением; в последнем случае притир перемещают при помощи кривошипно-шатунной передачи. Длина притира обычно равна полуторной длине плашки, а ширина всегда больше ширины плашки

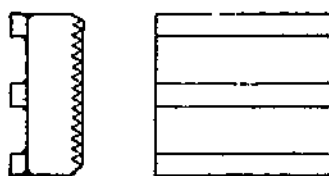
(ввиду наклонной установки последней) и определяется по той же формуле, по которой подсчитывают ширину фрезы. Чтобы паста ГОИ лучше удерживалась, притир снабжают продольными канавками (фиг. 113).

Для лучшего использования материала плашек их делают двухсторонними и после износа резьбовых канавок с обеих сторон плашки ремонтируют, отжигая их, снимая резьбовые канавки и фрезеруя их заново. Канавки могут соответствовать старой нарезке, но тогда при эксплуатации необходимо ставить под плашки подкладки, или при ремонте нарезают канавки для резьбы большего диаметра — и тогда не требуется ставить подкладки.

Таким образом плашки можно переделывать 4—5 раз, пока толщина их не уменьшится на половину, и дальнейшее уменьше-



Фиг. 113. Притир с продольными канавками.



Фиг. 114. Приваривание поясков к сработанным плашкам.

ние толщины будет представлять опасность во время работы. Такие плашки можно использовать либо для машин меньшего габарита, либо к ним приваривают на одной стороне три пояска (фиг. 114), чтобы использовать плашки для того же станка. Последнее мероприятие часто применяют при ремонте плашек для крупных станков, стремясь уменьшить расход стали.

Инструмент для изготовления плашек

Фреза, применяемая для фрезерования плашек, представляет цилиндрическую резьбовую гребенчатую фрезу с кольцевыми витками (фиг. 115). Форма зубьев фрезы соответствует профилю нарезаемой плашки, причем для сохранения постоянства профиля при перетачивании фрезы изготавливают с затылованными зубьями.

Диаметр фрезы, высоту зуба, величину затылования и число зубьев определяют по формулам, указанным в книге проф. И. И. Семенченко «Режущий инструмент», т. II, где также указаны допуски на изготовление фрез.

Длину фрезы W определяют по формуле:

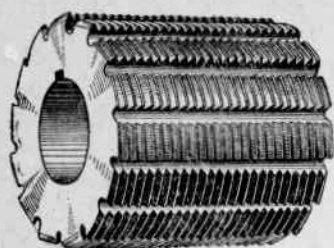
$$W = L \sin \alpha + H \cos \alpha + (5-8 \text{ мм}),$$

где L — длина подвижной плашки в мм;

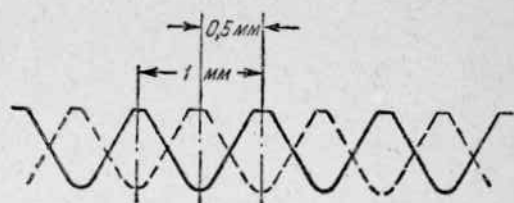
H — высота плашки в мм;

α — угол подъема винтовой линии.

Для фрезерования плашек употребляют только шлифованные резьбовые фрезы, однако, шлифование профиля фрез с малым шагом (0,4—0,75 мм) представляет большие трудности, так как шли-



Фиг. 115. Резьбовая фреза для фрезерования плашек.



Фиг. 116. Профиль резьбовой фрезы с шахматным шагом.

фовальный круг быстро изнашивается. Поэтому у мелких фрез часто шаг увеличивают в 2—3 раза, располагая резьбу на фрезе в шахматном порядке так, чтобы резьба, смещенная на $\frac{1}{2}$ или на $\frac{1}{3}$ шага, при проектировании на плоскость давала требуемый шаг.

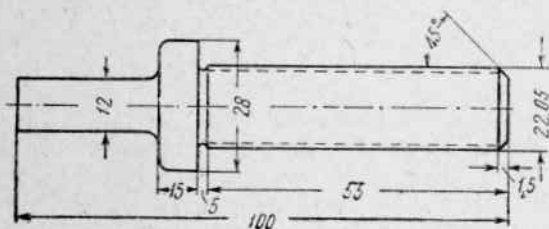
На фиг. 116 изображена такого рода резьба для шага в 0,5 мм, увеличенная в два раза.

Резьбовые фрезы изготовляют из быстрорежущей или легированной стали (ХВГ, ХВ5).

Новый способ изготовления плашек.

В 1933 г. фирма Кайзер опубликовала в журнале «Draht-Welt» № 5 от 4/II 1933 г. новый способ изготовления резьбовых плашек, состоящий в накатывании их на резьбонакатном станке. В этом случае накатывание происходит в обратном порядке, причем инструментом служит стальной, закаленный и отшлифованный болт-эталон, на котором в зависимости от диаметра резьбы нарезана одно- или многозаходная резьба. Выдавливание резьбы производят постепенно за несколько проходов, постепенно уменьшая после каждого прохода расстояние между плашками. Изготовление пары плашек таким образом занимает 25—45 мин.

Станок для накатывания плашек описан выше (см. фиг. 85). Согласно данным фирмы, этот способ обеспечивает получение плашек с точной геометрией, а также чрезвычайно гладкой поверх-



Фиг. 117. Эталон для изготовления плашек М6 путем накатывания, шаг 4 мм, резьба четырехзаходная.

ностью, что устраняет необходимость шлифовать или притирать плашки. Кроме того, стойкость плашек, изготовленных накатыванием, значительно выше стойкости фрезерованных плашек, так как не перерезаются волокна материала.

На Харьковском электромеханическом заводе были проведены опыты по изготовлению плашек с односторонней резьбой путем накатывания их на обычных резьбонакатных станках. Для накатывания плашек М6 были применены резьбовые эталоны (фиг. 117), изготовленные из стали ХВГ.

НАЛАДКА РЕЗЬБОНАКАТНЫХ СТАНКОВ

При переналадке станка прежде всего вынимают старые плашки, регулируют и заменяют сменные части магазина, ставят толкатель, соответствующий диаметру резьбы, и устанавливают новые плашки.

Установка плашек является наиболее сложной операцией, требующей опыта. Обычно специальной линейкой проверяют высоту устанавливаемых вновь плашек так, чтобы поверхности обеих плашек лежали в одной плоскости. Чтобы достигнуть этого, перемещают неподвижную плашку в вертикальной плоскости, пользуясь при этом в зависимости от конструкции машин установочными болтами или клиновой подкладкой. Затем изменяют расстояние между плашками соответственно диаметру резьбы, перемещая неподвижную плашку. Некоторые фирмы рекомендуют при этом пользоваться двумя винтами с резьбой, помещая их между плашками по краям и регулируя неподвижную плашку так, чтобы винты, слегка сжатые плашками, легко выкатывались при перемещении подвижной плашки. Если болты прокатываются, то вкладывают между плашками заготовку и вручную поворачивают маховик, пока изделие не сделает половину оборота, затем вращают маховик в обратную сторону и смотрят, правильно ли расположены резьбовые нитки на заготовке. Если нитки резьбы от полуоборота заготовки по подвижной и неподвижной плашкам совпадают, то окончательно регулируют неподвижную плашку, измеряя накатанную резьбу предельными резьбовыми кольцами. Если же резьбовые нитки не совпадают, то надо или изменить положение эксцентрика, чтобы толкатель действовал либо позднее, либо раньше, или поднять или опустить одну из плашек (обычно неподвижную и, значительно реже, подвижную, подкладывая под нее подкладки), или же переместить подвижную плашку по направлению ее движения, что возможно только в том случае, когда имеется составной шатун, либо на оси пальца кривошипа имеется эксцентриковая втулка.

На практике чаще применяют первые два способа как более простые. При правильной регулировке, когда кривошип находится в нижней мертвой точке, край подвижной плашки должен быть впереди края неподвижной плашки примерно на $1-1\frac{1}{2}$ диаметра заготовки.

Накатав резьбу вручную на нескольких заготовках и убедившись, что все в полной исправности, станок пускают в ход, причем первые 20—50 деталей проверяют предельными резьбовыми кольцами.

Налаживая станок, надо следить, чтобы планки обильно смазывались маслом, так как это значительно повышает стойкость плашек, и не допускать накатывания резьбы на загрязненных или заржавленных заготовках, которые плохо подаются из магазина и вызывают преждевременный износ плашек.

При накатывании точных резьб, например микрометрических винтов, метчиков и т. п., профиль получаемой резьбы необходимо проверять на резьбовом компараторе, так как иным способом невозможно обнаружить искажения профиля резьбы.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВИДЫ БРАКА, ВОЗНИКАЮЩЕГО ПРИ НАКАТЫВАНИИ РЕЗЬБЫ

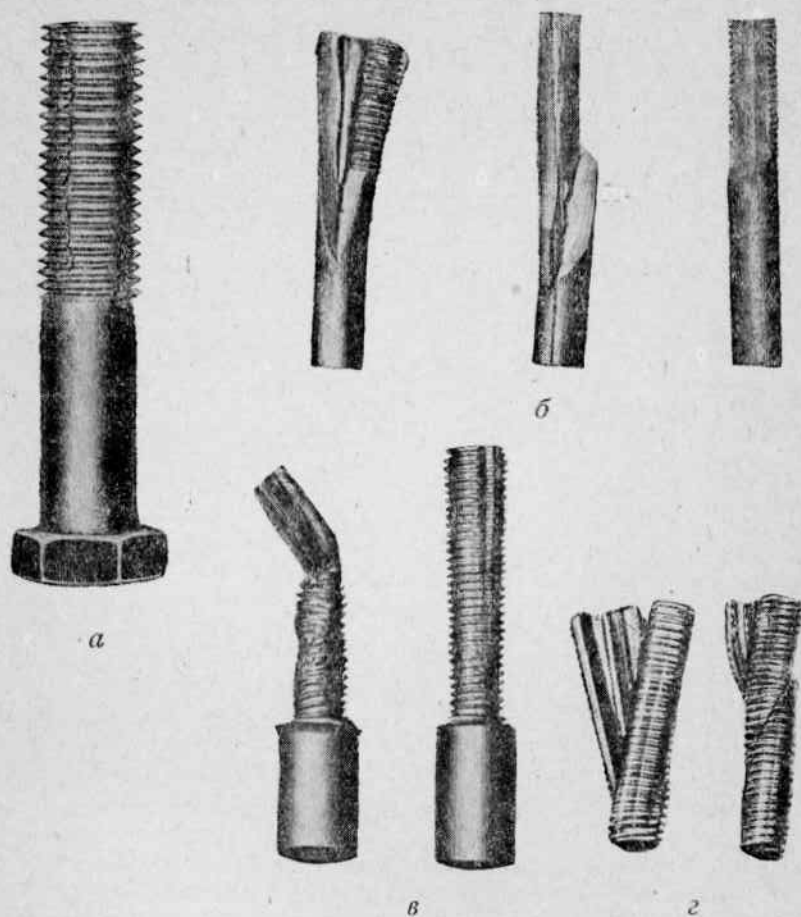
Помимо дефектов общего характера, зависящих от точности изготовления плашек, при накатывании резьбы получается ряд специфических дефектов, возникающих при работе станка.

1. Раскалывание заготовки при накатывании резьбы (фиг. 118) объясняется наличием продольных трещин, образовавшихся при прокатке металла. Эти трещины не выявляются при других видах обработки, даже при холодной и горячей высадке. Примером этого может служить болт с холодновысаженной головкой (фиг. 118, а), у которого на стержне при накатывании резьбы обнаружена внутренняя трещина, тогда как на головке никаких трещин нет. Поэтому при накатывании резьбы происходит как бы автоматическая отбраковка заготовок, имеющих внутреннее пороки.

2. Нечистая и неполная резьба и выкрашивание материала заготовки обусловлены чрезмерным наклепом заготовки при ее изготовлении и связанным с этим уменьшением пластичности металла. Для устранения этого заготовки перед накатыванием резьбы необходимо отжечь. Влияние наклепа сказывается тем сильнее, чем тверже материал заготовки. В особенности необходимо отжигать, а затем травить те заготовки, которые предварительно подвергали горячей штамповке, так как они при замачивании перед высадкой иногда частично закаляются и при накатывании выводят плашки из строя.

3. Неправильная установка плашек может вызвать смещение резьбы (фиг. 119). Вследствие неправильной установки плашки по высоте или плохой регулировки толкателя резьба на каждой половине заготовки будет накатана правильно, но окажется смещенной часть шага. В этом случае при каждом полуобороте детали материал сминается, и отпечаток резьбы представляет след последнего полуоборота заготовки перед выходом ее из плашек. Если материал недостаточно пластичный, появляются стружки, снимаемые с профиля резьбы, а заготовка при накатывании сильно нагревается.

Неправильная установка плашек вследствие перекоса их по длине, особенно при резьбах с малым углом подъема, дает фиктивную резьбу (фиг. 120), выражающуюся в появлении резьбовых канавок, не образующих винтовой линии. Чтобы устранить этот дефект, надо правильно установить плашки.



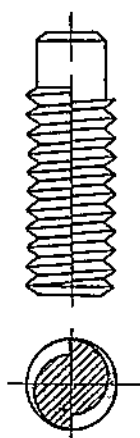
Фиг. 118. Раскалывание заготовок при накатывании резьбы.

4. Продольная риска вдоль наружных граней резьбовых профилей (фиг. 121) обычно получается вследствие неудачной формы плашек, имеющих чрезмерные скосы на приемной части. Для устранения риски необходимо применить плашки с меньшим углом скоса приемной части.

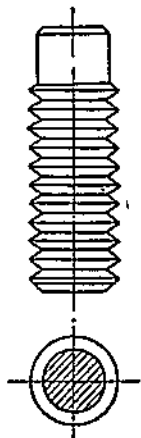
5. Значительная эллиптичность среднего диаметра резьбы обычно зависит от эллиптичности заготовок. Поэтому надо пользоваться заготовками правильной формы, так как при накатывании резь-

бы эллиптичность уменьшается сравнительно незначительно: примерно на 0,05—0,07 мм.

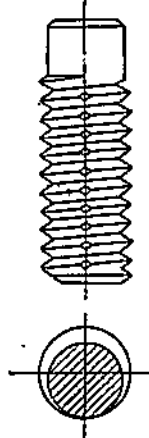
6. Получение конической резьбы (фиг. 122) указывает, что плашки перекошены; для устранения этого недостатка надо отрегулировать плашки.



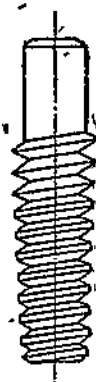
Фиг. 119.
Резьба со
смещенным
профилем.



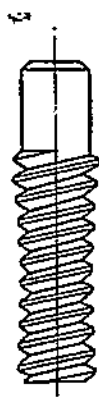
Фиг. 120.
Фиктивная
резьба.



Фиг. 121.
Резьба с
продольной
риской.



Фиг. 122.
Конусная
резьба, по-
лученная
вследствие
неправиль-
ной устано-
вки плашек.



Фиг. 123.
Вогнутая
резьба, по-
лученная
вследствие
коробления
плашек при
закалке.

7. Образование полной нарезки по краям и неполной в середине (фиг. 123) указывает, что плашки при термообработке покорбились и их надо заменить доброкачественными.

СТАХАНОВСКИЕ МЕТОДЫ РАБОТЫ НА РЕЗЬБОНАКАТНЫХ СТАНКАХ

Режим работы на резьбонакатных станках определенной конструкции практически не меняется, поэтому стахановские мероприятия в основном направлены на рационализацию технологического процесса, учитывая форму и габариты заготовок. Основные мероприятия этого рода следующие.

1. Одновременное накатывание за один ход двух изделий путем установки на резьбонарезном автомате специального толкателя, одновременно проталкивающего две заготовки одну за другой. Чтобы избежать перегрузки станка, максимальный диаметр заготовок предельной длины, нарезаемых одновременно, должен быть несколько меньше максимального диаметра, указанного фирмой для обычного накатывания. Например, на станке, накатывающем резьбу максимальной длины диаметром до $\frac{1}{12}$ ", при накатывании двух заготовок можно получать резьбу диаметром до $\frac{1}{8}$ ".

Можно также накатывать две детали максимального диаметра, но длина заготовок не должна превышать половины высоты плашки.

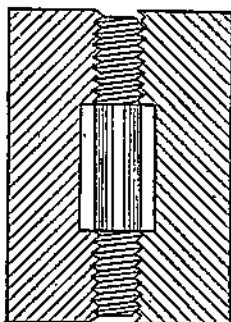
Так как для перехода на одновременное накатывание двух заготовок надо только заменить накладной кулачок подачи, то перестройка станка отнимает всего несколько минут.

Накатывание двух заготовок с успехом применяют также на станках с ручной подачей, особенно при накатывании деталей без головок, например на Харьковском электромеханическом заводе Стахановец т. Бедринский при работе на станке Кизерлинг и Альбрехт, применив одновременное накатывание двух заготовок, добился перевыполнения норм до 200%.

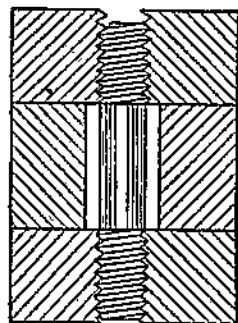
2. Применение специальных плашек позволяет уменьшить число проходов. Стахановцы ряда заводов широко применяют следующие мероприятия:

а) для накатывания резьбы за один ход ставят плашки, высота которых превышает глубину гнезда; в этом случае под прижимные планки, закрепляющие плашки в гнезде, необходимо ставить специальные подкладки, причем шпильки, которыми прижимают эти плашки, должны быть более длинными;

б) при изготовлении шпилек пользуются составными или специальными плашками, накатывающими резьбу на обоих концах заготовки одновременно (фиг. 124), вместо того чтобы накатывать резьбу последовательно на каждом конце; составные плашки обычно предпочитают цельным, так как путем изменения толщины прокладки одни и те же составные плашки могут служить для накатывания резьбы на деталях различной длины;

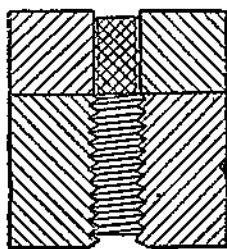


а

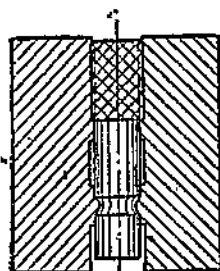


б

Фиг. 124. Цельные (а) и составные (б) плашки для одновременного накатывания обоих концов шпильки.



Фиг. 125. Комбинированные плашки для одновременного накатывания резьбы и рифления.



Фиг. 126. Комбинированные плашки для одновременного накатывания, рифления и канавки.

в) применение комбинированных накатных плашек дает возможность выполнять одновременно две операции, например накатывать резьбу и рифление (фиг. 125) или канавки и рифление (фиг. 126) и т. д.

3. Использование маломощных станков для накатывания резьбы крупного диаметра часто дает значительную экономию при замене нарезания резьбы накатыванием. Если диаметр резьбы немного больше максимального диаметра, указанного фирмой для данного станка, то накатывание производят в один проход, а при большой разнице накатывают в 2—3 прохода. Например, на резьбонакатном автомате Кайзер PLC вместо указанного фирмой максимального диаметра резьбы 13 мм в один проход можно накатывать резьбу M16. Раньше такие детали накатывали на станке с ручной подачей, имевшем в три раза меньшую производительность. На резьбонакатном станке Кизерлинг и Альбрехт KWC-3а вместо указанного фирмой максимального диаметра резьбы 26 мм накатывали резьбы M27, M30, M36, причем резьбу M27 накатывали за один проход, резьбу M30 — за два прохода, а резьбу M36 — за три прохода.

При накатывании резьбы за несколько проходов сперва пропускают всю партию заготовок, получая резьбу неполной глубины, а затем регулируют установку плашек и пропускают заготовки вторично, чтобы получить требуемую глубину резьбы. Для более равномерной нагрузки станка надо учитывать, что объем выдавливаемого материала не пропорционален глубине; поэтому при первых проходах надо глубже вдавливать плашки, чем при последующих.

Накатывание резьбы в несколько проходов позволяет нарезание резьбы на крупных деталях заменить накатыванием, отчего производительность увеличилась приблизительно в 12 раз.

Вследствие отсутствия данных о влиянии диаметра и длины резьбы на нагрузку станка расчетным путем нельзя определить необходимое количество проходов при накатывании крупных деталей на маломощных станках, и число проходов устанавливают опытным путем. При этом целесообразно в цепь мотора включать ваттметр, чтобы определить забираемую станком мощность. Для предупреждения поломок от перегрузки при работах такого рода надо брать станки с предохранительным приспособлением на приводном шкиве.

4. Устройство магазинов увеличивает производительность и позволяет переходить на многостаночное обслуживание. Особенно это важно при накатных станках с ручной подачей, так как устройство магазина обеспечивает автоматическую подачу заготовок.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ НА РЕЗЬБОНАКАТНЫХ СТАНКАХ

Перед началом работы

Перед пуском после наладки станок и мотор надо тщательно смазать, удалить со станины ключи, измерительные инструменты

и прочие посторонние предметы, чтобы предупредить возможность попадания их при работе станка в движущиеся части.

Окончательно проверяют надежность закрепления плашек и других регулируемых деталей (направляющих планок, толкателя и держателя неподвижной плашки) и после этого вручную вращают маховик.

Убедившись в правильной работе станка, включают мотор и дают станку поработать вхолостую. Если при этом выявится какая-либо ненормальность, требующая регулировки и крепления, то это выполняют только после окончательной остановки станка. Если в шестернях слышен шум, то станок надо немедленно останавливать, так как этот шум указывает, что зубья шестерен поломаны или засорены.

При ударах в месте соединения пальца кривошипа с шатуном или камнем кулисы (в зависимости от конструкции станка) работу надо прекратить и устранить зазор между отверстием и пальцем, иначе может произойти авария станка вследствие поломки пальца кривошипа.

При испытании станка вхолостую надо обращать внимание на безупречную работу насоса, так как от регулярной подачи жидкости в значительной мере зависит стойкость плашек.

Вращающиеся части должны быть закрыты предохранительными кожухами, надежно укрепленными на станке.

Во время работы на станке

Убедившись, что станок работает нормально, подают заготовки в плашки; если имеется автоматическая магазинная подача, то коробка магазина должна быть закрыта, чтобы под действием отбрасывающей звездочки заготовки не могли вылететь из коробки. Заготовки, застрявшие в направляющих планках или в ползуне магазинного приспособления, надо выталкивать специальным крючком и затем регулировать приспособление.

Детали, помещаемые в магазины, должны быть тщательно промыты в керосине и отсортированы от бракованных деталей с головками, отличными от нормальных, иначе нарушается нормальная подача заготовок.

При любой поломке, даже самой незначительной, станок надо немедленно остановить и вызвать мастера, не пытаясь исправить поломку своими силами.

На машинах с вертикальной подачей накатывание длинных деталей, превышающих высоту накатных плашек в 6—10 раз, следует производить весьма осторожно и с небольшой скоростью; при этом станок должен быть снабжен защитным приспособлением, прикрепленным к станине, чтобы предупредить возможность травматизма рабочего при изгибе заготовки во время обработки.

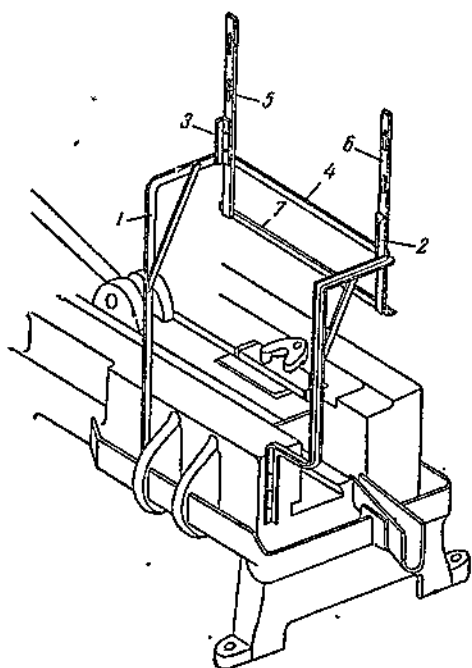
Такое ограждение (фиг. 127) состоит из привинченной к станине станка рамки 1, изготовленной из углового железа 40×40 мм. К боковым стойкам этой рамки приварены вертикальные угольники 2 и 3 таким образом, что между ними и перекладиной 4 получается зазор, в котором могут свободно перемещаться уста-

новочные планки 5 и 6. В нижней части этих планок приварена горизонтальная направляющая 7, расположенная параллельно ручью и смещенная несколько в сторону так, что накатываемая деталь при своем прохождении не касается направляющей.

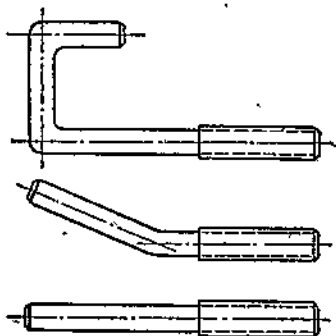
Направляющую 7 можно переставлять по высоте, для чего в планках 5 и 6 сделаны прорезы; высоту, на которой горизонталь-

ную направляющую устанавливают над плашками, выбирают такой, чтобы руки рабочего находились под ней, а верхняя часть стержня—над ней.

На накатываемых заготовках не должно быть острых краев, заусенцев и т. п. Кроме того, заготовки должны быть очищены от стружек, для чего обычно их подвергают галтовке в барабане, а затем промывают и очищают.



Фиг. 127. Защитное приспособление для накатывания длинных заготовок при вертикальной подаче.



Фиг. 128. Детали с загнутыми хвостовиками.

Для предупреждения аварий необходимо обращать внимание на то, чтобы предохранительное устройство было правильно отрегулировано и работало безотказно.

Накатывать резьбу на деталях с загнутым хвостовиком (фиг. 128) нельзя, так как при вращении загнутого конца во время накатывания рабочему может быть нанесено повреждение. Поэтому надо накатывать резьбу на прямом стержне, а затем загибать хвостовик.

После окончания работы

После окончания работы станок надо сдать сменщику, который расписывается в особой карточке о приеме станка. Если при этом будут обнаружены дефекты, то в карточке делают отметку о неисправности станка и сообщают об этом мастеру отделения.

1. Резьбонакатные станки фирмы Ватербюри-фаррел

П о д а ч а	Обозначение			Число ходов в минуту		Длина плашек, дюймы		Толщина плашки, дюймы	Габариты станка, дюймы		Мощность мотора, л. с.		Число оборотов мотора об/мин.	
	станка	автоматической подачи	ручной подачи	при автоматической подаче	при ручной подаче	подвижная	неподвижная		при автоматической подаче	при ручной подаче	при автоматической подаче	при ручной подаче	при автоматической подаче	при ручной подаче
Вертикальная	00	6495	6496A	145—175	60	2	19/4	11/16	24×27	20×24	0,5	0,5	1200	900
	0	6456	6456A	125—150	60	3 1/4	23/4	13/16	28×35	23×36	1	1	1200	900
	10	6403	6403A	100	60	5	4 1/4	15/16	38×56	30×52	3	3	1200	1200
	20	6382	6382A	75	60	6 3/4	6	13/16	49×68	37×67	5	5	1200	1200
	30	6485	6485A	60	60	8 1/2	7 1/2	1 1/16	54×80	40×82	7,5	7,5	1200	1200
	40	6487	6487A	50	50	10	9	1 1/16	63×97	45×95	10	10	1200	1200
	50	—	6558	—	40	12	11	1 15/16	58×132	58×132	15	15	1200	1200
	60	—	6579	—	30	16	15	23/16	—	73×159	—	20	1200	1200
	100	—	6757	—	30	27	26	3	—	68×230	—	40	1200	1200
	20	7122	—	100	—	6 3/4	6	19/16	59×127	—	7,5	—	1200	—
Горизонтальная	30	7123	—	80	—	8 1/2	7 1/2	1 1/16	64×129	—	10	—	1200	—
	40	7124	—	70	—	10	9	1 11/16	73×156	—	15	—	1200	—
	50	7125	—	60	—	12	11	1 15/16	80×159	—	20	—	1200	—
	0	—	1196	—	60	2	2	5/8	—	25×32	—	—	—	—
Горизонтальная	10	—	4601	—	50	5	4 1/4	15/16	—	50×54	—	—	—	—
	20	—	4534	—	45	6 3/4	6	13/16	—	48×54	—	—	—	—
	30	—	6738	—	40	8 1/2	7 1/2	1 1/16	—	54×84	—	—	—	—
	70	—	6850	—	35	20	19	2 1/16	—	103×169	—	7,5	—	900

2. Резьбонакатные станки фирмы Менвилль

Обозначение станка	Максимальный диаметр резьбы, дюймы	Максимальная длина резьбы, дюймы	Число ходов в минуту		Длина плашек дюймы		Толщина плашки, дюймы	Габариты станка дюймы		Мощность мотора, л. с.		Число оборотов мотора, об/мин.	
			при автоматическом подаче	при ручной подаче	подвижная	неподвижная		при автоматическом подаче	при ручной подаче	при автоматическом подаче	при ручной подаче	при автоматическом подаче	при ручной подаче
130C	1/8	1 1/2	150	75	3 1/4	2 3/4	19/16	33×38	33×21	1	1	1800	900
188C	3/16	1 1/2	130	65	3 9/8	3 3/16	9/16	39×40	39×24	2	2	1800	900
250C	1/4	2	120	60	5	4 1/4	15/16	53×47	53×40	3	3	1800	900
312C	5/16	2	120	60	5 3/4	5	15/16	53×47	53×40	3	3	1800	900
375C	3/8	3	100	60	6 3/4	6	1 9/16	69×58	69×39	5	5	1800	900
500C	1/2	4	80	60	8 1/2	7 1/2	1 7/8	81×68	81×44	7,5	7,5	1800	1200
625C	5/8	4 1/2	65	55	10	9	1 11/16	97×75	97×47	10	10	1800	1200
750C	3/4	4 1/2	45	50	12	11	1 13/16	—	116×55	—	15	—	1200
1000C	1	5	35	45	16	15	2 3/16	—	155×77	—	20	—	900

3. Резьбонакатные станки фирмы Кайзер

Обозначение станка		Максимальный диаметр резьбы, мм		Максимальная длина на резьбы, мм		Число ходов в минуту		Длина плашек, мм		Габариты станка, мм		Мощность мотора, л. с.	
при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче	при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче	при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче	при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче	подвижной	неподвижной	при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче	при автоматиче-ской подаче	при ручной подаче
RNC ¹	RN ¹	4	32	30	70—120	60	—	—	—	1000×850	1000×700	1,5	0,75
RC ¹	RP	6,5	45	35	60—100	60	120	100	100	1300×1000	1300×1000	3	1,5
RKC ¹	RK ¹	10	60	55	50—80	45	170	150	150	1800×1500	1700×1400	4	2,5
PLC ¹	PL ¹	13	80	65	45—70	40	210	190	190	2700×1700	1800×1400	7	3,5
RNB ¹	—	4	30	—	90—105	—	—	—	—	1000×700	—	1	—
RVB ¹	—	6,5	35	—	75	—	—	—	—	1200×800	—	2	—
RKB ¹	—	10	55	—	60	—	—	—	—	1600×1300	—	3	—
PLB ¹	—	13	65	—	50	—	—	—	—	1800×1600	—	5	—
—	PLA ¹	16	—	65	—	35	—	—	—	—	1800×1400	—	5,5
—	PM ¹	19	—	75	—	30	—	—	—	—	2200×1500	—	7
—	PMA ¹	26	—	85	—	25	—	—	—	—	3000×1600	—	9
—	PN ¹	32	—	100	—	20	—	—	—	—	2800×1600	—	12
—	PLF ²	16	—	75	—	35	—	—	—	—	1800×1300	—	6
—	PLM ²	28	—	80	—	20	—	—	—	—	2800×1600	—	10
—	PIA ³	6,5	—	35	—	45	—	—	—	—	1200×1000	—	0,75
—	PLW ¹⁺⁴	26	—	—	—	15	—	—	—	—	3500×2200	—	10

¹ Вертикальная подача. ² Одновременное накатывание с двух сторон. ³ Горизонтальная подача. ⁴ Для накатывания плашек.

4. Резьбонакатные станки фирмы Кизерлинг и Альбрехт
(с ручной подачей)

Обозначение станка	Максимальный диаметр резьбы мм	Максимальная длина резьбы мм	Число ходов в минуту	Габариты станка мм	Мощность мотора л. с.
KWG-1	10	50	55	1650×1000	2
KWG-2	16	60	50	2200×1400	3
KWG-3	22	80	40	2600×1700	5
KWG-3a	26	80	35	2900×1900	6
KWG-4	30	100	35	3300×2000	6
KWG-5	35	110	25	3500×2000	7
KWG-6	40	120	20	3600×2200	8

5. Резьбонакатные станки фирмы Мальмеди
(с ручной подачей)

Обозначение станка	Максимальный диаметр резьбы мм	Максимальная длина резьбы мм	Число ходов в минуту	Габариты станка мм	Мощность мотора л. с.
GR	5	30	70	1600×800	0,5
GR _I	10	50	60	1600×1000	1
GR _{II}	13	70	50	1800×1200	1,5
GR _{III}	16	75	50	2500×1300	2
GR _{IV}	22	80	40	3000×1700	3
GR _V	26	90	40	3300×1900	4
GR _{VI}	30	100	35	3500×2000	5

6. Резьбонакатные станки фирмы Газенклевер
(с ручной подачей)

Обозначение станка	Максимальный диаметр резьбы мм	Максимальная длина резьбы мм	Число ходов в минуту	Габариты станка мм	Мощность мотора л. с.
KW ₀	40	120	13	3500×3000	5
KW _I	25	80	20	2500×1800	3
KW _{II}	20	65	30	2000×1600	2,5
KW _{III}	13	50	40	1350×1000	1
KW _{IV}	8	50	45	900×900	0,75
KW _{IVa}	8	50	45	900×900	0,75

7. Резьбонарезные станки фирмы Хильгеланд
(с автоматической подачей)

Обозначение станка	Максимальный диаметр резьбы мм	Максимальная длина резьбы мм	Число ходов в минуту	Длина плашек, мм		Толщина плашки мм	Габариты станка мм	Мощность мотора л. с.
				подвижной	неподвижной			
TR ₀	3,5	30	100—120	66	58	20	900×750	1
TR ₁	5	35	90—100	95	85	25	1100×900	2
TR ₂	6,5	45	70—80	130	115	30	1500×1250	3
TR ₃	10	60	60—70	170	150	40	1900×1650	4,5
TR ₄	13	80	60	210	190	50	2300×2000	6
TR ₅	16	100	60	255	230	55	3000×2500	7

Редактор *В. М. Дзевульский*

Подписано к печати 19/II 1941 г.

Тираж 5000.

Кол. печ. л. 6. Уч.-авт. л. 6,56.

Кол. печ. зн. в печ. л. 50592.

A35415, Цена 3 р. 25 к.

Зак. № 1176/179.

Московская типография Оборонгиза.