

25504
ЗАИМОПОМОЩИ СТУДЕНТОВ ЛЕНИНГРАДСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени М. И. КАЛИНИНА

Н. Н. КАРЕЛИН

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР

СИСТЕМЫ ЗАГРУЗКИ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

КОНСТРУКЦИИ, РАСЧЕТ и ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ и ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ЗАГРУЗКИ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЖУРНАЛА

„МЕТАЛЛУРГ“

ЛЕНИНГРАД 1927

ДЕП

КАССА ВЗАИМОПОМОЩИ СТУДЕНТОВ ЛЕНИНГРАДСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. М. И. КАЛИНИНА

Н. Н. КАРЕЛИН

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР

СИСТЕМЫ ЗАГРУЗКИ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

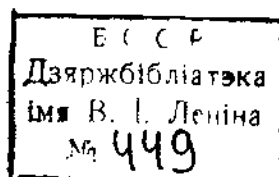
КОНСТРУКЦИИ, РАСЧЕТ и ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ и ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ЗАГРУЗКИ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК ИЗ ЖУРНАЛА „МЕТАЛЛУРГ“, ЗА 1926 ГОД

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЖУРНАЛА
„МЕТАЛЛУРГ“
ЛЕНИНГРАД 1927

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТИПОГРАФИЯ
Изд-ва «Ленинградская Правда»
Ленинград, Социалистическая, 14.
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГУБЛИТ № 30831
Печ. 600 экз. Зак. № 748

1927 г.



2009

Системы загрузки доменных печей.

Вопрос загрузки доменных печей имеет для работы доменного завода очень большое значение, и решение этого вопроса является весьма сложным и не может быть для всех случаев одинаковым. Выбор системы загрузки, состоящей из устройства для подачи сырых материалов на колошник печи, т. н. колошниковой под'ема, засыпного аппарата на колошнике печи и ряда устройств для подачи сырых материалов со складов к колошниковому под'ему, зависит от целого ряда обстоятельств: местных условий, величины доменных печей, свойств руды и кокса и т. д.

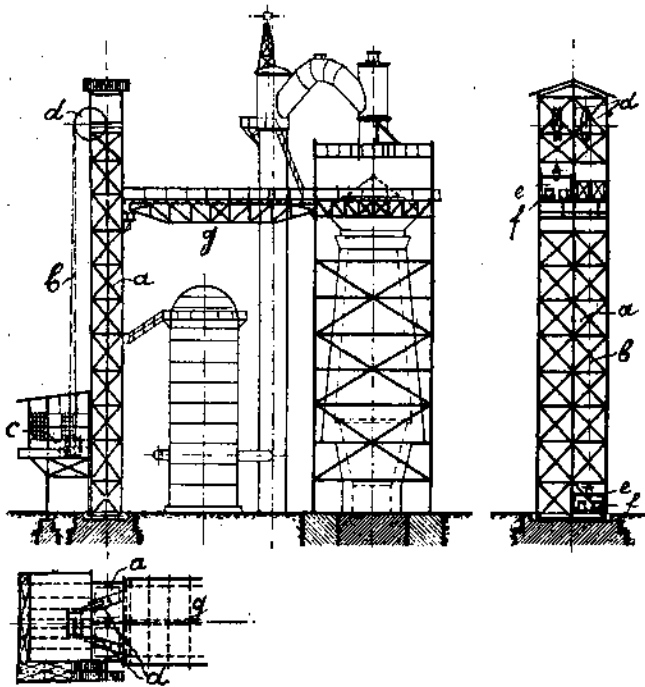
Во всякой системе загрузки доменных печей самыми главными частями являются: устройство для подачи сырых материалов на колошник и тесно связанный с ним засыпной аппарат на колошнике, при чем выбор устройства для подачи сырых материалов на колошник обыкновенно предопределяет всю систему загрузки. Выбирая ту или иную систему загрузки, обыкновенно, как к отдельным частям ее, так и ко всей системе в совокупности пред'являют определенные требования. Колошниковый под'ем должен быть надежен в работе, потому что даже кратковременная остановка его может повлечь за собой временное прекращение производства данной печи, что может быть связано с большими убытками. Засыпной аппарат на колошнике должен обеспечивать равномерное распределение загружаемых материалов в печи, а вся система загрузки должна обеспечивать возможное предохранение этих материалов от раздробления. Неравномерное распределение загружаемых материалов в печи, равно как и большое количество мелочи среди их, приводят к нарушению правильного хода печи. Кроме того, раздробление загружаемых материалов, в особенности кокса, приводит даже к потере этих материалов для процесса плавки, что обуславливает уже непосредственно невыгодность с экономической точки зрения. Наконец, вся система загрузки должна быть по возможности проста по устройству и обслуживанию и требовать возможно меньшего расхода энергии.

Для подачи сырых материалов на колошник, в настоящее время, применяются следующие устройства:

1. Вертикальные канатные под'емы с засыпкой вручную;
2. Наклонные под'емы *Tümmler'a* для автоматической засыпки с помощью опрокидываемых шихтовых вагонеток и засыпного аппарата *Tümmler-Neumarck'a*;
3. Наклонные под'емы для автоматической засыпки при помощи опрокидывающихся вагонеток большой емкости;
4. Наклонные под'емы для автоматической засыпки при помощи бадьи с опускающимся днищем;

5. Вертикальные под'емы для автоматической засыпки при помощи над-колошниковой тележки и бабьи с опускающимся днищем;
6. Канатные и электро-подвесные (электро-канатные) дороги; и ради полноты обзора можно указать очень редко применяемые:
7. Криволинейные под'емы для автоматической засыпки при помощи опрокидывающихся бадей и
8. Колошниковые под'емы в виде башенного поворотного крана для автоматической засыпки при помощи бабьи с опускающимся днищем.

*Вертикальный канатный под'ем с засыпкой вручную, обыкновенно двойного действия, в общем виде (фиг. 1) состоит из вертикальной башни *a*, внутри*



Фиг. 1а-с. Вертикальный канатный под'ем с засыпкой вручную. (Масштаб 1:700).

которой с помощью канатов *b*, приводящихся в движение лебедкой *c* и идущих наверху башни по шкивам *d*, передвигаются две клетки *e* с вагонетками *f*. При этом, когда одна клетка с наполненными загружаемыми материалами вагонетками поднимается, другая с порожними вагонетками опускается, благодаря чему уравновешивается мертвый груз. Башня соединяется с колошниковой площадкой печи горизонтальным мостом *g*.

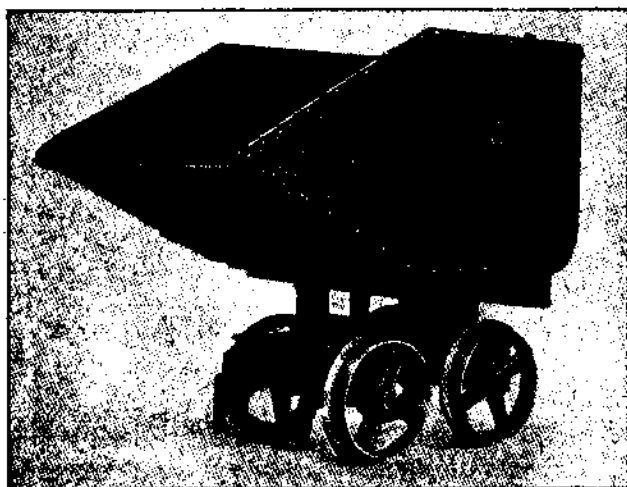
Самая операция загрузки при этих под'емах совершается так. Наполненные рудой или горючим (из закромов или на открытых складах) вагонетки вручную подаются к основанию башни под'ема и устанавливаются здесь в под'емной клетке, которая затем поднимается на высоту колошниковой площадки.

Здесь вагонетки опять вручную выдвигаются из клетки, подаются на колошник к засыпному аппарату, в который ¹ и высыпаются поднятые материалы. После этого вагонетки возвращаются к клетке и с ней опускаются к основанию башни. В то время, когда клетка с нагруженными вагонетками достигнет высоты колошниковой площадки, клетка с порожними вагонетками опустится к основанию башни, где порожние вагонетки удаляются из клетки, и в нее опять ставятся нагруженные, и процесс повторяется. Как видно, подача сырых материалов на колошник при вертикальных канатных под'емах совершается в два отдельные приема: вертикальный под'ем и горизонтальное движение на колошник.

¹ Конечно, по окружности.

Пути движения вагонеток между складами и под'емами настилаются чугунными плитами или, если расстояния между складами и под'емами велики и склады обширны, прокладываются узкоколейные рельсовые пути.

Что касается устройства вагонеток, применяемых при вертикальных канатных под'емах, то оно, довольно разнообразное в деталях, в общем виде может быть приблизительно сведено к двум типам. На фиг. 2 показан тип вагонетки, предназначенной для движения как по настилу из чугунных плит, так и по рельсовым путям. Кузов вагонетки может опрокидываться вперед, вращаясь на оси, лежащей в одной вертикальной плоскости с осью передних колес. Две подставки спереди удерживают вагонетку от самопроизвольного движения, особенно при опрокидывании кузова. Центр тяжести наполненного кузова лежит ближе к задней стенке, вследствие чего подставки поднимаются и не мешают передвижению. При передвижении порожней вагонетки задний конец кузова несколько опускается усилием рабочего. Приблизительный вес вагонеток этого типа при емкости



Фиг. 2. Вагонетка с кузовом, опрокидывающимся вперед, для загрузки доменных печей.

куб. м.	0,35	0,5	0,75	0,8
кгр.	230	270	365	380

К другому типу относятся вагонетки, передвигающиеся по рельсам, с кузовом, вращающимся вокруг вертикальной оси и опрокидывающимся вперед и вбок. Эти вагонетки дороже показанных на фиг. 2 и требуют более частого ремонта. Удобство применения этих вагонеток заключается в том, что можно опрокидывать кузов вбок без поворачивания всей вагонетки, что особенно важно при большом весе нагруженных вагонеток и позволяет обходиться без поворотных кругов. Первый тип вагонеток применяется значительно чаще последнего.

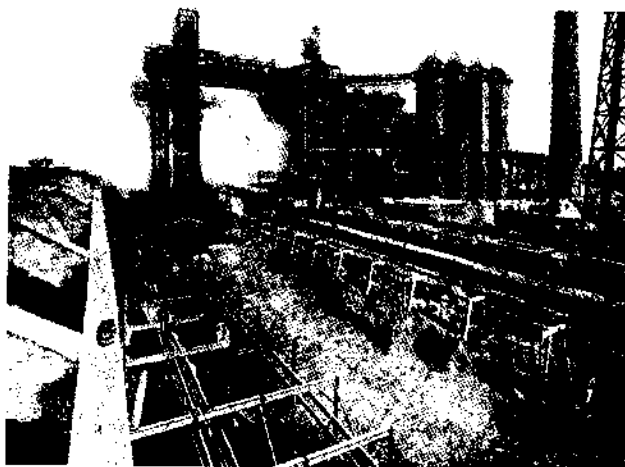
Подача сырых материалов со складов на колошник при вертикальных канатных под'емах может производиться также в вагонетках подвесной дороги, которые, как на складах, так и на путях между складами и под'емами, передвигаются от руки по подвесным рельсам. Передвижение вагонеток с помощью каната или электрической тягой при вертикальных под'емах нельзя считать рациональным вследствие усложнения и высокой стоимости оборудования. На фиг. 3 показаны подвесные пути от складов к вертикальным под'емам. В верхней части клетей, а также на соединительном мосту и на колошниковой площадке, вокруг засыпного аппарата, должны быть укреплены подвесные рельсы. Нагруженные вагонетки подаются со склада по подвесным путям к башне под'ема, где переводятся на рельсы, укрепленные в клетях, поднимаются на высоту колошниковой площадки, переводятся из клетки на подвесной путь на мосту, подводятся к засыпному аппарату, опрокидываются над ним и, обойдя кругом засыпного аппарата, возвращаются в клеть под'ема и опускаются.

Поданные на колошник сырые материалы, как уже сказано, посредством опрокидывания кузова вагонеток, высыпаются в засыпной аппарат, из которого

уже и поступают в печь. При рассматриваемой системе загрузки могут применяться засыпные аппараты различных конструкций: *N. Tolander'a*, *Coignt-Charleville*, *Parry*, *von-Hoffa*, *Langen'a* и др. Устройство этих засыпных аппаратов, а также их достоинства и недостатки подробно рассматриваются в курсах металлургии чугуна, почему мы и не останавливаемся на них. Можно только заметить, что равномерное распределение материалов в печи, при рассматриваемой системе загрузки, не зависит единственно от засыпного аппарата: ей содействует загрузка вручную из вагонеток в засыпной аппарат.

Канаты, применяющиеся при вертикальных канатных под'емах с загрузкой вручную, обыкновенно проволочные круглые, двойной свивки, нормального типа, по возможности из более тонких проволок.

Лебедка может быть расположена наверху башни или внизу, у ее основания. Расположение лебедки внизу является более удобным и прочным, а потому чаще и применяется, при чем лебедка устанавливается на некоторой



Фиг. 3. Подвесные пути для подачи сырых материалов со складов к колошниковым под'емам.

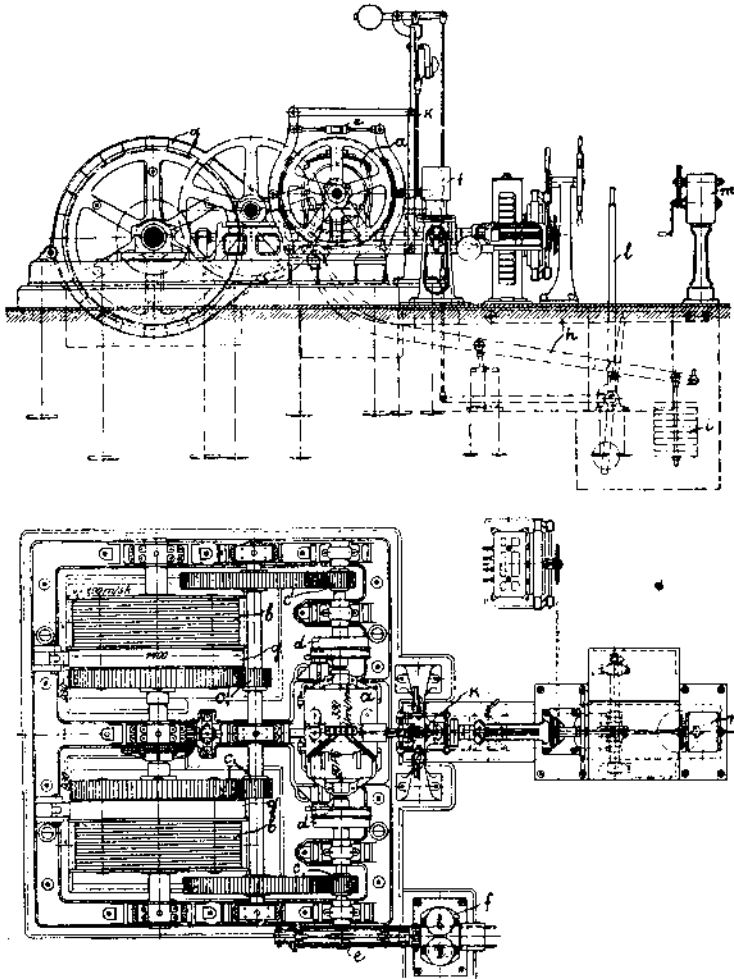
высоте (фиг. 1), чтобы не стеснять свободного движения вагонеток при нагрузке и разгрузке клетей. Двигатели для лебедок могут быть паровые (сдвоенная машина) и электрические, при чем те и другие обязательно реверсивные. В настоящее время, вследствие очень большого расхода пара паровыми машинами при под'емных лебедках (отсутствие конденсации) и в связи с электрификацией заводов, применяются почти исключительно электрические двигатели. Каков бы ни был двигатель у лебедки, последняя всегда снабжается од-

ним (при паровом двигателе) или двумя (при электрическом двигателе) тормозами, сигнальными приборами и индикатором. Тормоза должны давать возможность быстро останавливать лебедку в любой момент и бывают как ленточные, так и колодковые. Сигнальные приборы служат для связи между основанием под'ема и помещением лебедки, с одной стороны, и между колошниковой площадкой и помещением лебедки, с другой стороны. Сигнальные приборы бывают звуковые—электрические звонки и оптические—электрические лампочки, часто комбинация тех и других. Посредством сигнальных приборов машинисту дается сигнал для пуска и остановки двигателя лебедки. Сигнал для остановки двигателя обыкновенно бывает соединен с индикатором. Индикатор дает возможность следить за движением клетей внутри башни в каждый момент и предупреждает машиниста сигналом о приходе клетей в крайние положения или положения, при которых должен выключаться двигатель.

В качестве примера рассмотрим общее устройство электрической лебедки (фиг. 4 и 5) обычного типа, построенной для вертикального канатного под'ема¹. Электродвигатель *a* вместе с двумя барабанами *b* установлен на чугунной полый раме. Вращение электродвигателя передается барабанам с двух сторон посредством двойной зубчатой передачи *cc*₁, при чем зубчатые колеса второй пере-

¹ Такие же лебедки применяются и при других типах колошниковых под'емов.

дачи свинчены с барабанами. Вал двигателя соединяется с валами шестерен первой передачи посредством эластичных муфт *d*. На валу шестерен первой передачи, составляющем как бы продолжение вала электродвигателя, находится колодковый тормоз *e*, действующий посредством электромагнита *f* и закрывающийся автоматически при обрыве каната или выключении тока. Кроме того, на обоих барабанах имеются запасные ленточные тормоза *g*, которые натягива-



Фиг. 4—5. Электрическая лебедка вертикального колошниково-го подъема. (Масштаб 1:60).

ются посредством общего рычага *h* с грузом *i*. Запасные тормоза вступают в действие, когда оказывается, что клеть может подняться слишком высоко. В этом случае действующие от индикатора *k* рычаги переставляют опору тормозного рычага *h*, вследствие чего последний падает и натягивает тормоз. Кроме того, запасные тормоза могут быть приведены в действие от руки машинистом с помощью рычага *l*. Падение тормозного рычага смягчается воздушным буфером. Подъем тормозного рычага производится с помощью ручной лебедки *m*. Индикатор *k* находится непосредственно перед местом машиниста и имеет, соответственно двум клетям, два винтовых стержня с передвигающимися по ним гайками с указателями, указывающими положение клеток.

Привод индикатора производится от вала барабанов при помощи конических зубчатых колес.

Башня под'ема делается металлическая, обыкновенно клепанная из фасонного железа, и покрывается крышей. Подъемные клетки, равно как и лестницы для передвижения рабочих, помещающиеся снаружи или внутри башни, делаются тоже железные.

Закончив описание вертикальных канатных под'емов, приведем данные для расчета их.

Под'ем должен подать на колошник в течение суток количество сырых материалов, соответствующее суточной производительности печи и составу шихты. Как известно, вся масса загружаемых в доменную печь сырых материалов разделяется на отдельные колоши, при чем различаются колоши горючего и колоши рудные (руда и флюс). Так как под'ем материалов на колошник производится в вагонетках, то, при выбранной емкости последних и числе их, поднимаемом зараз, мы получим вес сырых материалов или, иначе говоря, полезный груз.

Число вагонеток, поднимаемых зараз, редко 1, чаще 2 или 4.

Зараз поднимаемый полезный груз, обыкновенно, от 500 до 3000 кгр. Для расчета принимается максимальный полезный груз, получающийся при под'еме руды и горючего, который в дальнейшем мы будем называть просто полезный груз.

При определенном полезном грузе за один под'ем колоша горючего будет поднята за A_1 под'емов и колоша рудная за A_2 под'емов. Если число колош в сутки C , то число под'емов в сутки:

$$A = C (A_1 + A_2) \dots \dots \dots (1)$$

Продолжительность непрерывного действия под'ема обыкновенно от 0,6 до 0,8 полного времени. Таким образом полное время одного под'ема, выраженное в секундах:

$$T = 0,6 \frac{24.60.60}{A} \text{ до } 0,8 \frac{24.60.60}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Полное время под'ема складывается из времени собственно под'ема и паузы для разгрузки и загрузки клеток, т.-е.:

$$T = t + t' \dots \dots \dots (3),$$

где t —время собственно под'ема в сек., t' —продолжительность паузы в сек.

В течение одного периода под'ема работа на колошнике и у основания под'ема может производиться в следующем порядке (под'ем двойного действия):¹

а) основание под'ема - удаление из клетки порожних вагонеток и установка в ней груженых;

колошник—удаление из клетки груженых вагонеток и подача их к засыпному аппарату; одновременно подача порожних вагонеток от засыпного аппарата к под'ему и установка их в клетки;

в) под'ем и одновременно разгрузка вагонеток в засыпной аппарат;

Или в другом порядке:

а) основание под'ема—удаление из клетки порожних вагонеток и установка в ней груженых;

колошник—удаление из клетки груженых вагонеток и установка в ней порожних;

в) подача груженых вагонеток к засыпному аппарату, разгрузка в него, подача порожних вагонеток к под'ему; одновременно—под'ем.

¹ F. Lilje. Hochofen-Begichtungsanlagen, Berlin. 1913 г., стр. 126.

Продолжительность паузы изменяется в зависимости от порядка работы, числа за раз поднимаемых вагонеток и емкости их. При одном и том же числе вагонеток и одинаковой емкости их продолжительность паузы, при ходе работы по первому из указанных порядков, может быть меньшая, чем при втором порядке. Обыкновенно продолжительность паузы от $1\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{2}$ мин.

Из уравнения (3) время собственно под'ема:

$$t = T - t'$$

При под'емах двойного действия средняя скорость под'ема:

$$v_m = \frac{H}{t} \text{ (м/сек)} \quad (4)$$

где H —высота под'ема в м.

При дальнейших расчетах необходимо знание максимальной скорости под'ема, которая при рассматриваемых под'емах бывает до 3 м/сек, а чаще в пределах 1,5—2,0 м/сек.

В таблице 1 приведено число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных вертикальных электрических под'емов.

Приступим теперь к предварительному расчету каната. Этот расчет, имеющий целью, при заданных сопротивлении разрыву материала проволок и запасе прочности, определить вес, а по нему и конструкцию каната, мы будем производить, считая только статическую нагрузку и не принимая пока во внимание нагрузки динамической.

Примем обозначения:

Q —полезный груз в кгр;

G —мертвый груз (вес клетки и вагонеток) в кгр;

p —вес пог. метра каната в кгр;

K_z —сопротивление разрыву материала проволок каната в кгр/см²;

ω —площадь сечения всех проволок каната в кв. см;

σ —номинальный запас прочности каната;

L —разрывающая длина каната в м, т.-е. та длина, которую должен иметь вертикально подвешенный канат, чтобы разорваться вследствие собственного веса у верхнего места закрепления,

S —натяжение каната при запасе прочности σ , вызываемое полезным и мертвым грузами и собственным весом каната, в кгр;

H —высота под'ема в м;

h —высота направляющих шкивов над колошниковой площадкой в м (фиг. 6);

Отношение мертвого груза к полезному, при вертикальных канатных под'емах;

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 1,0 - 1,3 \quad (5)$$

Сопротивление разрыву K_z материала проволок (тигельной стали) в изготовляемых в настоящее время круглых канатах бывает до 18000 кгр/см². Употребительными можно считать канаты ¹ с $K_z = 12000 - 13000 - 14000 - 15000 - 16000 - 17000 - 18000$ кгр/см².

Запас прочности каната при вертикальных канатных под'емах для предварительного расчета можно принять $\sigma = 8$.

В таблице 2 приведена разрывающая длина круглых канатов двойной свивки с разным сопротивлением материала проволок. Для расчета можно брать среднюю величину.

¹ Нормального типа.

Таблица 1.

Вертикальные канатные электрические колошниковые под'емы.

№№	Число под'емов в час.	Полезный груз кпр.	Максимальная скорость под'ема м.сек.
1	30	1200	0,8
2	35	2600	1,0
3	12	2250	0,2
4	—	3000	2,25
5	40	2200	1,8
6	56	2400	2,0
7	40	2200	1,9
8	21	2000	1,5
9	40	2200	1,8
10	50	3000	1,0
11	—	2000	0,52
12	55	1550	2,0
13	68	2033	3,32
14	68	2033	3,32
15	68	2033	3,32
16	68	2033	3,32
17	—	2200	2,0
18	32	6000	1,0
19	12,5	2000	1,0
20	12,5	2000	1,0
21	10	1700	1,5
22	21	1400	1,75
23	40	1800	1,00
24	9,5	550	2,5
25	30	2000	1,5
26	34	2100	1,25
27	11	3200	3,00

Таблица 2.

Разрывающая длина круглых канатов двойной свивки нормального типа.

Сопротивление разрыву K_z кгp/cm ² .	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000
Разрывающая длина L м.	11520	12480	13440	14400	15360	16320	17280
	12500	13540	14580	15620	16660	17700	18750
	13400	14500	15600	16800	17900	19000	20100

Высота оси направляющих шкивов над колошниковой площадкой обыкновенно от 5 до 7 м.

Согласно принятым обозначениям мы можем написать

$$S = Q + G + p (H + h) = (1 + \lambda) Q + p (H + h) \quad (6)$$

а также

$$S = \frac{\omega \cdot K_z}{\sigma} = \frac{p \cdot L}{\sigma} \quad (7)$$

Подставив в уравнение (6) вместо S его значение из уравнения (7) и решая это уравнение относительно p получаем:

$$p = (1 + \lambda) \frac{Q}{\frac{L}{\sigma} - (H + h)} \quad (8)$$

По этому расчетному весу каната подбирается в таблицах круглых канатов двойной свивки нормального типа ближайший действительный вес каната, а вместе с ним находится диаметр проволок δ , число их i и диаметр каната d .

Вес рабочей части каната (фиг. 6) в кгp:

$$P = p \cdot H \quad (9)$$

Диаметр барабана лебедки должен быть:

$$D \geq 1000 \delta \quad (10)$$

где δ — диаметр проволок каната.

Число рабочих витков каната на барабане:

$$Z' = \frac{H}{\pi D}$$

и, кроме того, должно быть запасных витков:

$$Z'' = \frac{H_0}{\pi D} + 2,$$

где $H_0 = 20$ м.

Ширина барабана:

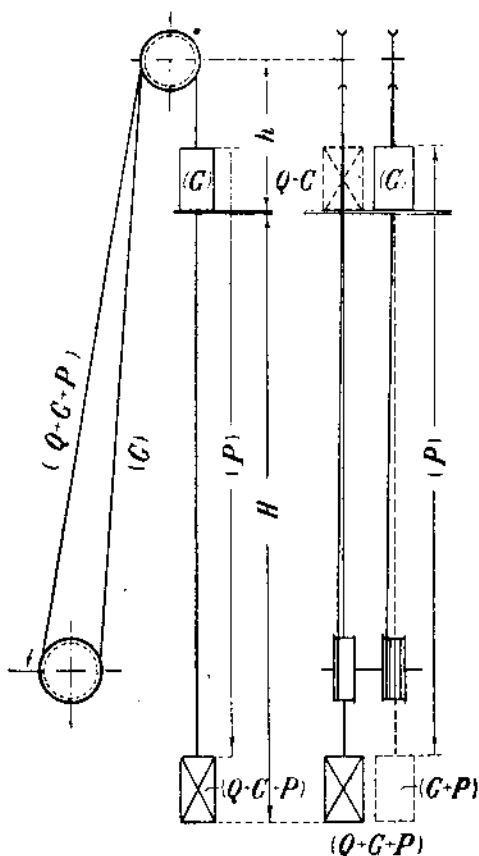
$$B = (d + s) (z' + z''),$$

где d —диаметр каната и s —зазор между двумя витками (2—3 мм); или, подставляя вместо z' и z'' их значения, получаем окончательно:

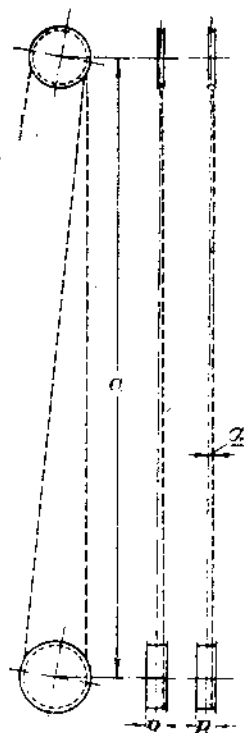
$$B = (d + s) \left(\frac{H + H_0}{\pi D} + 2 \right) \dots \dots \dots (11)$$

Отношение диаметра барабана к его длине, должно заключаться в пределах

$$4 > \frac{D}{B} > 3 \dots \dots \dots (12)$$



Фиг. 6 а-в. Схема направления канатов и действующей на них нагрузки при вертикальном подъеме.



Фиг. 7 а-в. Схема взаимного положения шкивов и барабанов при вертикальном подъеме.

Диаметр направляющих шкивов:

$$D' = 0,8 - 1,5 D \dots \dots \dots (13)$$

Для правильной наивки каната на барабан угол α бокового отклонения каната (фиг. 7) не должен превышать $2^\circ 40'$, т.-е.:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{2a} \leq 0,046 \dots \dots \dots (14),$$

где a —расстояние от оси шкива до оси барабана, B —ширина барабана.

Полная длина каната в метр: ¹

$$L' = 2H + 2h + 20 + 2\pi D \dots \dots \dots (15),$$

где H —высота под'ема, h —высота направляющих шкивов над колошниковой площадкой и D —диаметр барабана.

Полный вес каната в кгр:

$$P' = pL' \dots \dots \dots (16)$$

При действии под'ема движущиеся массы его оказывают движению сопротивление, создающие посредством каната моменты на валу барабана ², которые должны преодолеваются двигателем. В последующем мы будем рассматривать только электрические двигатели, из которых при колошниковых под'емах применяются при постоянном токе шунтовые, при трехфазном—асинхронные, как обладающие почти независимостью числа оборотов от нагрузки и сравнительно большим начальным моментом вращения (в 2—2,5 раза больше нормального).

Движение под'ема с электрическим двигателем распадается на три периода:

1. Период ускорения,
2. „ равномерного движения,
3. „ замедления;

при чем как ускорение, так и замедление будем считать с достаточной точностью постоянными.

Моменты на валу барабана бывают двух родов. Во-первых, статические моменты, создаваемые подвешенными к канату грузами, следовательно выражающиеся произведениями из весов, подвешенных к канату масс, (включая собственный вес каната) на радиус барабана. Во-вторых, динамический момент, который возникает благодаря тому, что, при переходе всех движущихся масс из состояния покоя в состояние движения, им должно сообщаться ускорение. В то время, как статические моменты существуют во все время движения под'ема, динамический момент существует только во время периода ускорения.

Что касается замедления для перехода движущихся масс из состояния движения в состояние покоя, то будем считать таковое производящимся при движении по инерции (при выключенном двигателе) под влиянием сопротивления движущихся масс.

Как было сказано, усилиями, создающими статические моменты на валу барабана, являются подвешенные к канату грузы, которыми в нашем случае будут: полезный груз Q , мертвый груз G и переменная часть каната pH_x , к которым необходимо прибавить вредные сопротивления w (трение в направляющих, сопротивление каната изгибу и т. д.), как бы увеличивающие вес поднимаемой и уменьшающие вес опускающейся массы. Будем считать величину этих вредных сопротивлений равной 50% веса прямолинейно движущихся масс, т.-е.:

$$w = 0,05 (Q + 2G + P) \dots \dots \dots (17)$$

Будем называть усилия от веса грузов и вредных сопротивлений статическими усилиями, выражая их в кгр.

Усилие, действующее в начале под'ема на поднимаемый канат (см. фиг. 6):

$$W_1' = Q + G + P + 0,05 (Q + G + P)$$

¹ При под'емах двойного действия два каната такой длины.

² Или барабанов, если лебедка имеет два барабана.

и на опускающийся канат:

$$W_1'' = G - 0,05G.$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в начале под'ема:

$$\begin{aligned} W_1 &= W_1' - W_1'' \\ &= Q + G + P + 0,05 (Q + G + P) - G + 0,05G \\ &= Q + P + 0,05 (Q + 2G + P) \\ &= Q + P + w \dots \dots \dots (18) \end{aligned}$$

Усилие, действующее в конце под'ема на поднимаемый канат:

$$W_4' = Q + G + 0,05 (Q + G)$$

и на опускающийся канат:

$$W_4'' = G + P - 0,05 (G + P).$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в конце под'ема:

$$\begin{aligned} W_4 &= W_4' - W_4'' \\ &= Q + G + 0,05 (Q + G) - G - P + 0,05 (G + P) = \\ &= Q - P + 0,05 (Q + 2G + P) = Q - P + w \dots \dots \dots (19) \end{aligned}$$

На основании уравнений (18) и (19), а также сущности процесса канатного под'ема двойного действия мы можем представить величину общего статического усилия в любой момент движения под'ема в следующем виде:

$$W_x = Q + p H + w - 2px,$$

где x изменяется от 0 до H , при чем при $x=0$ получается W_1 , а при $x=H$ получается W_4 . Имея в виду, что величина общих статических усилий изменяется по закону прямой, на основании ур. (18) и (19) можно построить диаграмму общих статических усилий (фиг. 8).

Средняя величина общего статического усилия:

$$W = \frac{W_1 + W_4}{2} = \frac{2Q + 2w}{2} = Q + w \dots \dots \dots (20)$$

и эта величина получается из выражения для W_x при $x = \frac{H}{2}$, т.-е. при встрече клеток:

$$W = Q + p H + w - 2p \frac{H}{2} = Q + w$$

То же самое получается из диаграммы (фиг. 8). Превратив площадь диаграммы в равновеликую ей площадь прямоугольника, мы видим, что высота прямоугольника W , т.-е. средняя величина общего статического усилия, равна ординате диаграммы при абсциссе $\frac{H}{2}$.

Нормальная мощность двигателя лебедки должна быть достаточной для преодоления этой средней величины общего статического усилия, т.-е:

$$N_n = \frac{W \cdot v_{max}}{75 \cdot \eta} \text{ л. с. } \dots \dots \dots (21)$$

здесь v_{max} — максимальная скорость подъема, которая при электрическом двигателе

$$= 1,15 - 1,40 v_m \dots \dots \dots (22),$$

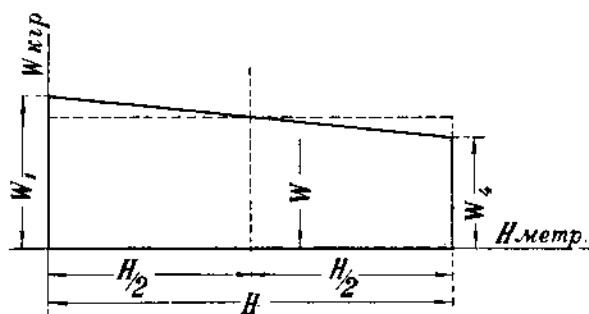
η — общий коэфф. п. д. барабана и передачи от двигателя к барабану.

Число оборотов в минуту барабана при установившейся работе двигателя:

$$n = \frac{60 \cdot v_{max}}{\pi \cdot D} \dots \dots \dots (23),$$

где D — диаметр барабана.

Выше было сказано, что во время периода ускорения на валу барабана (или барабанов) действует еще динамический момент. Этот момент создается динамическим усилием, под которым мы понимаем усилие, необходимое для сообщения ускорения движущимся массам. Следует различать массы, движущиеся прямолинейно, и массы вращающиеся; к первым принадлежат: полезный груз, мертвый груз и канат (поскольку он не намотан), ко вторым: направляющие шкивы, барабаны, намотанный канат, якорь (ротор) двигателя и передача. В дальнейшем, для упрощения расчета, будем считать весь канат движущимся прямолинейно.



Фиг. 8. Диаграмма общих статических усилий.

Усилия для сообщения ускорения как движущимся прямолинейно, так и вращающимся массам мы будем определять не в отдельности, каждое по себе, а суммарно, пересчитывая для этого все вращающиеся массы на движущиеся прямолинейно, т.-е. будем приводить все массы к канату. Таким образом мы получим, что общая приведенная движущаяся масса подъема:

$$m_r = m + m'_r + m''_r + m'''_r + m^{IV}_r,$$

где m — масса полезного и мертвого грузов и полной длины канатов,

m'_r — приведенная масса направляющих шкивов,

m''_r — приведенная масса барабанов с соединенными с ними зубчатыми колесами (см. фиг. 6—7),

m'''_r — приведенная масса зубчатых колес и шестерен на передаточном валу,

m^{IV}_r — приведенная масса якоря (ротора) двигателя и шестерен на валу последнего.

Масса полезного и мертвого грузов и полной длины канатов:

$$m = \frac{Q + 2G + 2P'}{g}$$

где $g = 9,81$ м/сек².

Приведенная масса направляющих шкивов:

$$m'_r = \frac{2J_s}{R_1^2} = \frac{2m_s \rho_s^2}{R_1^2} = \frac{2Q_s \rho_s^2}{gR_1^2},$$

где J_s — момент инерции шкива, R_1 — радиус шкива, m_s — масса шкива, G_s — абсолютный вес шкива (см. таблицу 3), ρ_s — радиус инерции шкива.

Можно считать $\rho_s = 0,73 R_1$ или $\frac{\rho_s^2}{R_1^2} = 0,53$

Приведенная масса барабанов с зубчатыми колесами: ¹

$$m_r'' = \frac{\kappa J_T + \kappa' J_z}{R^2} = \frac{\kappa m_T \rho_T^2 + \kappa' J_z}{R^2} = \frac{\kappa G_T \rho_T^2 + \kappa' J_z}{R^2}$$

где J_T — момент инерции барабана, J_z — момент инерции зубчатого колеса $= \frac{177}{10^9} t^4 z^3 b^2$) для чугунного колеса и $\frac{192}{10^9} t^4 z^3 b^3$) для стального колеса, R — радиус барабана, κ — число барабанов, κ' — число зубчатых колес, m_T — масса барабана, G_T абсолютный вес барабана, ρ_T — радиус инер-

ции барабана. Можно считать $\rho_T = 0,68 R$ или $\frac{\rho_T^2}{R^2} = 0,46$

Приведенная масса зубчатых колес и шестерен на передаточном валу:

$$m_r''' = \frac{\kappa J_z + \kappa' J_z''}{R^2} \cdot \frac{i_1^2}{\eta_1},$$

где J_z — момент инерции зубчатого колеса на передаточном валу, J_z'' — момент инерции шестерни на передаточном валу $= \frac{73}{10^{10}} t^4 z^4 b^4$) для чугуновой шестерни и $\frac{8}{10^9} t^4 z^4 b^5$) для стальной шестерни, κ — число зубчатых колес, κ' — число шестерен, i_1 — коэффициент передачи между передаточным валом и валом барабанов, η_1 — коэффициент полезного действия передачи, R — радиус барабана.

Приведенная масса якоря двигателя и шестерен на валу последнего:

$$m_r^{IV} = \left(\frac{GD^2}{4gR^2} + \frac{\kappa J_z'''}{R^2} \right) \frac{i_2^2}{\eta_2},$$

где GD^2 — раскачивающий момент якоря двигателя, J_z''' — момент инерции шестерни на валу двигателя, R — радиус барабана, κ — число шестерен, i_2 — коэффициент передачи между валом двигателя и валом барабанов, η_2 — коэффициент полезного действия передачи.

Усилие, необходимое для сообщения ускорения движущимся массам, будет равно в кгp:

$$Pd = m_r \cdot pa \quad (24),$$

где pa — линейное ускорение в м/сек².

Усилие, производящее замедление движущихся масс, будем считать равным общему статическому усилию в конце под'ема, т.-е. W_4 (см. ур. (19), и тогда мы можем написать:

$$W_4 = m_r \cdot pb,$$

¹ Необходимо принимать во внимание и тормазные шкивы

^{2,3} Carl Pfeleiderer, Dydamische Vorgänge beim Anlauf von Maschinen, Stuttgart, 1906 г., стр. 12.

^{4,5} Carl Pfeleiderer, Dynamische Vorgänge beim Anlauf von Maschinen, Stuttgart, 1906, стр. 9.

Таблица 3.

Средние веса направляющих шкивов с чугунными ступицей и ободом и железными спицами.

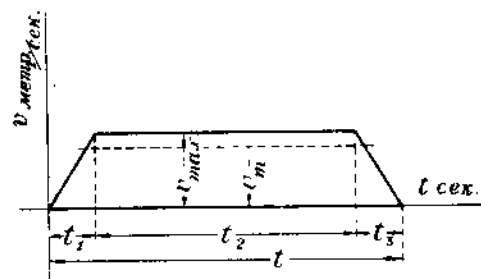
Диаметр D' м.	Вес G_s кгр.
1,5	550
1,8	660
2,1	900
2,4	1120
3,0	1650
3,6	2000

откуда и получим величину линейного замедления в м/сек²:

$$p_b = \frac{W_4}{mr} \dots \dots \dots (25)$$

Для определения мощности двигателя в разные моменты движения под'ема необходимо знание рабочих диаграмм. Прежде всего мы должны построить проект диаграммы скоростей (тахогаммы).

Под диаграммой скоростей или $v-t$ — диаграммой мы понимаем изображение изменений скорости v в функции времени t . При электрическом двигателе диаграмма скоростей будет трапециодальная, и площадь ее, как произведение скорости на время, дает путь, который должен быть равен высоте под'ема H . Диаграмму, как трапецию, мы можем построить по четырем величинам: время под'ема t , максимальная скорость v_{max} , высота под'ема H и замедление p_b . Таким образом мы получаем диаграмму фиг. 9. Согласно этой диаграмме время под'ема с замедлением:



Фиг. 9. Диаграмма скоростей.

$$t_3 = \frac{v_{max}}{p_b};$$

время равномерного движения:

$$t_2 = \frac{2H}{v_{max}} - t$$

и, наконец, время движения с ускорением:

$$t_1 = t - (t_2 + t_3)$$

Далее мы имеем:

$$p_a \cdot t_1 = v_{max},$$

откуда определяем величину ускорения:

$$pa = \frac{v_{max}}{t_1} \dots \dots \dots (26)$$

Определим моменты на валу барабана, которые должен преодолевать двигатель. Как выше было сказано, на валу барабана (или барабанов) действуют моменты статические, существующие во все время движения под'ема и динамический момент, существующий только во время периода ускорения.

Таким образом мы имеем, что момент, действующий на валу барабана (или барабанов) в начале под'ема или, говоря иными словами, в начале периода ускорения, равен сумме моментов статического и динамического, т.-е.

$$M_1 = M_{st_1} + M_d$$

Статический момент в начале под'ема будет:

$$M_{st_1} = W_1 \cdot R = (Q + P + w) \cdot R$$

Динамический момент равен:

$$M_d = P_d \cdot R = m_r \cdot pa \cdot R$$

Мы будем считать, что величина момента в течение периода ускорения остается постоянной, т.-е. что момент в конце периода ускорения:

$$M_2 = M_1$$

Момент, действующий в начале равномерного движения, равен статическому моменту, т.-е.

$$M_3 = M_{st_2}$$

Статический момент в начале периода равномерного движения будет:

$$M_{st_2} = W_2 R$$

Статическое усилие W_2 в начале периода равномерного движения мы можем определить следующим образом.

Усилие, действующее в начале периода равномерного движения на поднимаемый канат:

$$W_2' = Q + G + P - pH_1 + 0,05(Q + G + P - pH_1)$$

и на опускающийся канат:

$$W_2'' = G + pH_1 - 0,05(G + pH_1)$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в начале периода равномерного движения:

$$\begin{aligned} W_2 &= W_2' - W_2'' \\ &= Q + G + P - pH_1 + 0,05(Q + G + P - pH_1) \\ &\quad - G - pH_1 + 0,05(G + pH_1) \\ &= Q + P - 2pH_1 + 0,05(Q + 2G + P) \\ &= Q + P - 2pH_1 + w \dots \dots \dots (27) \end{aligned}$$

при чем $H_1 = \frac{v_{max} \cdot t_1}{2}$ есть величина пути при движении с ускорением.

Следовательно

$$M_{st_2} = W_2 R = (Q + P - 2pH_1 + w) R$$

Момент, действующий в конце равномерного движения или в начале периода замедления, равен статическому моменту, т.-е.:

$$M_1 = M_{st_3}$$

Статический момент в конце равномерного движения или в начале периода замедления:

$$M_{st_3} = W_3 \cdot R$$

Усилие, действующее в конце равномерного движения на поднимаемый канат:

$$W'_3 = Q + G + P - p(H_1 + H_2) + 0,05 [Q + G + P(H_1 + H_2)]$$

и на опускающийся канат.

$$W''_3 = G + p(H_1 + H_2) - 0,05 [G + p(H_1 + H_2)]$$

Общее статическое усилие в конце равномерного движения:

$$\begin{aligned} W_3 &= W'_3 - W''_3 \\ &= Q + G + P - p(H_1 + H_2) + 0,05 [Q + G + P(H_1 + H_2)] \\ &\quad - G - p(H_1 + H_2) + 0,05 [G + p(H_1 + H_2)] \\ &= Q + P - 2p(H_1 + H_2) + 0,05 (Q + 2G + P) \\ &= Q + P - 2p(H_1 + H_2) + w \dots \dots \dots (28) \end{aligned}$$

при чем $H_2 = v_{max} \cdot t_2$ есть величина пути при равномерном движении.

Следовательно:

$$M_{st_3} = W_3 \cdot R = [Q + P - 2p(H_1 + H_2) + w] \cdot R$$

Момент, действующий в конце периода замедления, равен статическому моменту, т.-е.:

$$M_5 = M_{st_4}$$

Статический же момент в конце периода замедления равен:

$$M_{st_4} = W_4 \cdot R = (Q - P + w) \cdot R$$

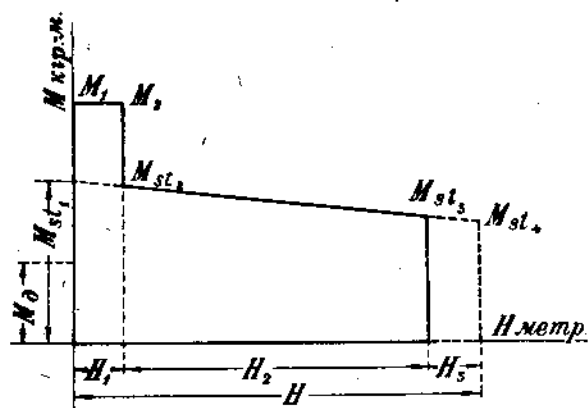
Теперь мы можем построить диаграмму моментов, под которой мы понимаем графическое изображение изменения моментов, действующих на валу барабана (или барабанов) за время подъема. Если мы будем откладывать по оси абсцисс пути в разные периоды подъема $H_x = R \cdot \varphi_x$, где $R \cdot \varphi_x$ — дуга на окружности барабана, соответствующая пути H_x , то получим, что площадь диаграммы ¹⁾ F кг-м², деленная на радиус барабана R_m , дает величину затрачиваемой двигателем работы, т.-е.:

$$A_m = \int M d\left(\frac{H_x}{R}\right) = \frac{1}{R} \int M dH_x = \frac{1}{R} F.$$

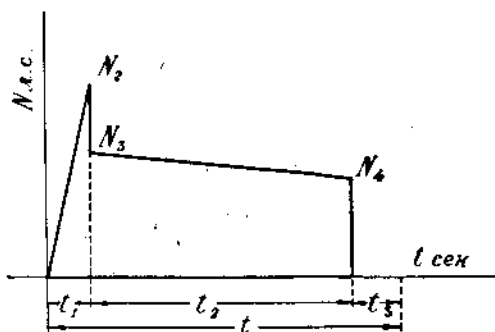
¹⁾ Ограниченная сплошной линией.

Таким образом мы получим диаграмму фиг. 10.

Зная усилия на окружности барабана (или барабанов) в разные периоды подъема мы можем определить мощность, затрачиваемую двигателем на окружности барабана (или барабанов) в те же периоды, а затем построить диаграмму



Фиг. 10. Диаграмма моментов.



Фиг. 11. Диаграмма мощности.

мощности, под которой понимаем графическое изображение изменения этой мощности в функции времени.

Мощность в начале подъема, когда скорость равна нулю, будет тоже, равна нулю, т.-е.:

$$N_1 = 0$$

Мощность в конце периода ускорения:

$$N_2 = \frac{(W_1 + Pd) v_{max}}{75} \text{ л. с.}$$

Мощность в начале периода равномерного движения:

$$N_3 = \frac{W_2 \cdot v_{max}}{75} \text{ л. с.}$$

Мощность в конце периода равномерного движения:

$$N_4 = \frac{W_2 \cdot v_{max}}{75} \text{ л. с.}$$

Если теперь отложить полученные мощности в качестве ординат, а в качестве абсцисс отложить время движения, то получим диаграмму мощности, фиг. 11, площадь которой показывает работу, затрачиваемую двигателем на окружности барабана (или барабанов) за все время подъема.

На диаграмме видно, что максимальной будет мощность в конце периода ускорения, т.-е.: N_2 , соответственно чему максимальная мощность двигателя

$$N_{max} = \frac{N_2}{\eta} \text{ л. с.,}$$

при чем относительно η см. ур. (21).

Необходимо сохранять условие, чтобы

$$N_{max} \leq 2 N_n \dots \dots \dots (29)$$

Теперь можно, наконец, определить действительный запас прочности σ' каната при растяжении и изгибе его, при максимальной нагрузке. Максимальная нагрузка каната в начале под'ема, когда канат подвергается статическим и динамическим усилиям, сумма которых:

$$S_{max} = Q + G + p(H + h) + 0,05(Q + G + P) + \left(\frac{Q + G + P}{g} + \frac{m'r}{2} \right) p_a. \quad (30)$$

Полное напряжение каната

$$K'_z = \frac{S_{max}}{i \frac{\pi d^2}{4}} + \frac{3}{8} E \frac{\delta}{D} \dots \dots \dots (31)$$

и должно быть

$$\sigma' = \frac{K_z}{K'_z} \geq 4 \dots \dots \dots (32)$$

При расчете башни под'ема следует принимать во внимание все силы действующие на нее. Эти силы следующие:

- 1) собственный вес башни,
- 2) вес людей, находящихся на лестницах башни,
- 3) » кровли,
- 4) » снега на кровле,
- 5) » части колошникового моста с находящимися на нем людьми и вагонетками.
- 6) » направляющих шкивов,
- 7) давление ветра,
- 8) усилия, передаваемые канатами.

Не останавливаясь на рассмотрении усилий п.п. 1, 3, 4, 6 и 7, из которых 1-м задаются из конструктивных соображений, 6-е известно из расчета, а 3, 4 и 7-е определяются на основании известных правил строительной механики, рассмотрим только усилия п.п. 2, 5 и 8.

Если башня имеет n этажей, и мы предположим, что на лестнице каждого этажа может находиться 3 человека, то нагрузка каждого этажа приблизительно $75,3 = 225$ кгр., а всей башни $225 \cdot n$ кгр.

Если вес колошникового моста G_0 кгр., и считать, что на мосту у башни могут находиться 4 человека и 4 груженные и 4 порожние вагонетки, то полагая собственный вес 8-ми вагонеток равным максимальному полезному грузу Q кгр. за один под'ем, получим, что на башню будет передаваться вес в кгр.:

$$\frac{G_0}{2} + 75,4 + 2Q$$

При определении усилий, передаваемых на башню канатами, следует исходить из условия прочности башни даже в случаях разрыва каната. Поэтому будем считать, что на один из канатов действует предельная разрывающая нагрузка, а на другой максимальная рабочая нагрузка.

Разрывающая нагрузка каната по ур. (7) в кгр.:

$$S_0 = \omega \cdot K_z$$

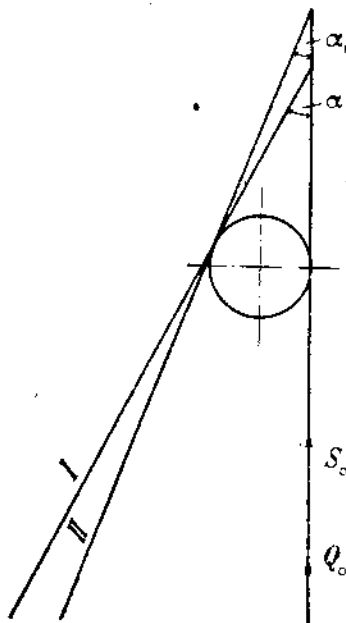
Максимальная рабочая нагрузка при действительном запасе прочности σ' по ур. (30) в кгр.:

$$Q_0 = S_{max}.$$

Рассмотрим два случая согласно фиг. 12¹⁾

Случай А. На канат I действует разрывающая, а на канат II максимальная рабочая нагрузка. На фиг. 13 а и 13б находятся графическим путем равнодействующие усилий на осях шкивов при нагрузках канатов S'_0 и Q''_0 . На фиг. 13с показано нахождение общей равнодействующей R_A двух отдельных равнодействующих R'_0 и R''_0 и разложение этой равнодействующей на горизонтальную и вертикальную составляющие

Случай Б. На канат II действует разрывающая, а на канат I максимальная рабочая нагрузка. На фиг. 13д и 13е находятся графическим путем равнодействующие усилий на осях шкивов при нагрузках канатов S''_0 и Q'_0 . На фиг. f показано нахождение общей равнодействующей R_B двух отдельных



Фиг. 12.

равнодействующих R''_0 и R'_0 и разложение этой равнодействующей на горизонтальную и вертикальную составляющие.

Сравнение показывает, что горизонтальная составляющая получается больше в случае А, а равнодействующая R и вертикальная составляющая в случае Б.

Сложение равнодействующих R_0 и R_Q в одну силу R не совсем правильно, однако может быть сделано по причине обыкновенно довольно близкого расположения направляющих шкивов один к другому.

Силы п.п. 1, 2, 3, 4, 5, 6 и V_{AB} действуют в вертикальном, а силы п. 7 и H_{AB} в горизонтальном направлении, при чем силы V_{AB} и H_{AB} приложены к общей оси шкивов, между ними.

При расчете следует брать направление действия ветра и направление действия силы H_A , в одинаковым и разным и сравнивать полученные результаты.

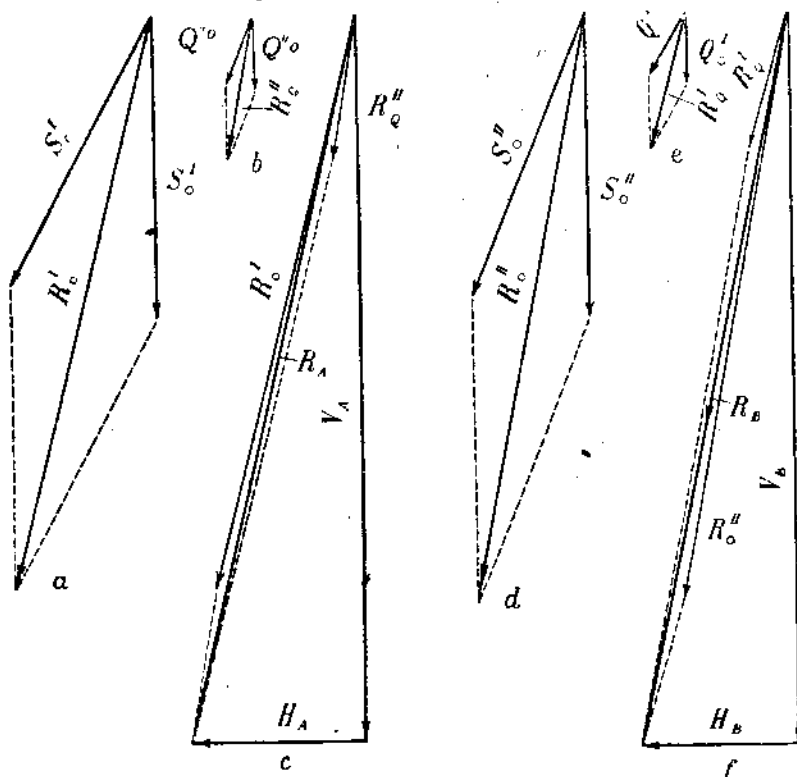
На этом мы закончим с расчетом вертикальных канатных подъемов и рассмотрим еще только экономическую и техническую стороны их эксплуатации.

Ряд работ по транспорту, производящихся вблизи доменных печей на уровне завода, требует, чтобы с обеих сторон ряда печей имелись железнодорожные пути. На стороне сырых материалов обыкновенно имеются два или три пути, которые служат для подачи материалов для ремонта, для уборки колошниковой пыли из очистителей и иногда также для уборки шлака. На стороне готового продукта должны иметься один—два пути для транспорта жидкого чугуна и шлака. Присутствие железнодорожных путей заставляет помещать башню под'ема в довольно большом расстоянии, иногда более 10 м., от доменной печи, вследствие чего длина моста, соединяющего башню с колошником печи, увеличивается. Это последнее обстоятельство, кроме увеличения стоимости самого моста, заставляет увеличивать скорость движения вагонеток на мосту и, таким образом, усложняет и без того тяжелую работу. Самой собой понятно, что это усложнение работы прямо пропорционально производительности данной печи и всего завода.

¹⁾ W. L. Andrée, Die Statik des Kranbaues, München и Berlin, 1922 г., стр. 322—324.

Число рабочих на колошнике зависит от производительности печи. При печах малой производительности (до 150 тонн), когда работа может производиться во второй последовательности (см. стр. 8), требуется приблизительно 3—4 человека в смену, а при печах уже значительной производительности (300 тонн), при работе в первой последовательности (см. стр. 8), требуется 5—6 человек в смену. В виду того, что работа на колошнике является тяжелой и даже опасной, большое число занятых на ней рабочих обуславливает большие расходы по рабочей плате и социальному страхованию.

Число рабочих, подающих сырые материалы к под'ему, может быть приблизительно определено исходя из расчета, что один человек подает для каждой



Фиг. 13 а—f.

колрши одну вагонетку. Следовательно, сколько в колоше вагонеток руды и горючего, столько требуется рабочих в смену. При печах значительной производительности число этих рабочих будет больше и вызовет большие расходы.

Стоимость вертикальных канатных под'емов сравнительно невелика, как это можно видеть ниже.

Расход энергии на действие под'ема можно считать в среднем 0,7—0,8 килов.-час. на 1 тонну чугуна. Малый расход энергии обусловливается тем, что механически производится только вертикальное движение, а все остальные вручную рабочими.

Руда и горючее при этих под'емах насыпаются сначала в шихтовые вагонетки, из которых высыпаются в засыпной аппарат печи и отсюда поступают в печь. Следовательно материалы перегружаются три раза ¹⁾. Это число пере-

¹⁾ При засыпном аппарате Ратгу с двумя конусами четыре раза.

грузок можно назвать средним и при других устройствах, как увидим в последующем, оно может быть больше и меньше.

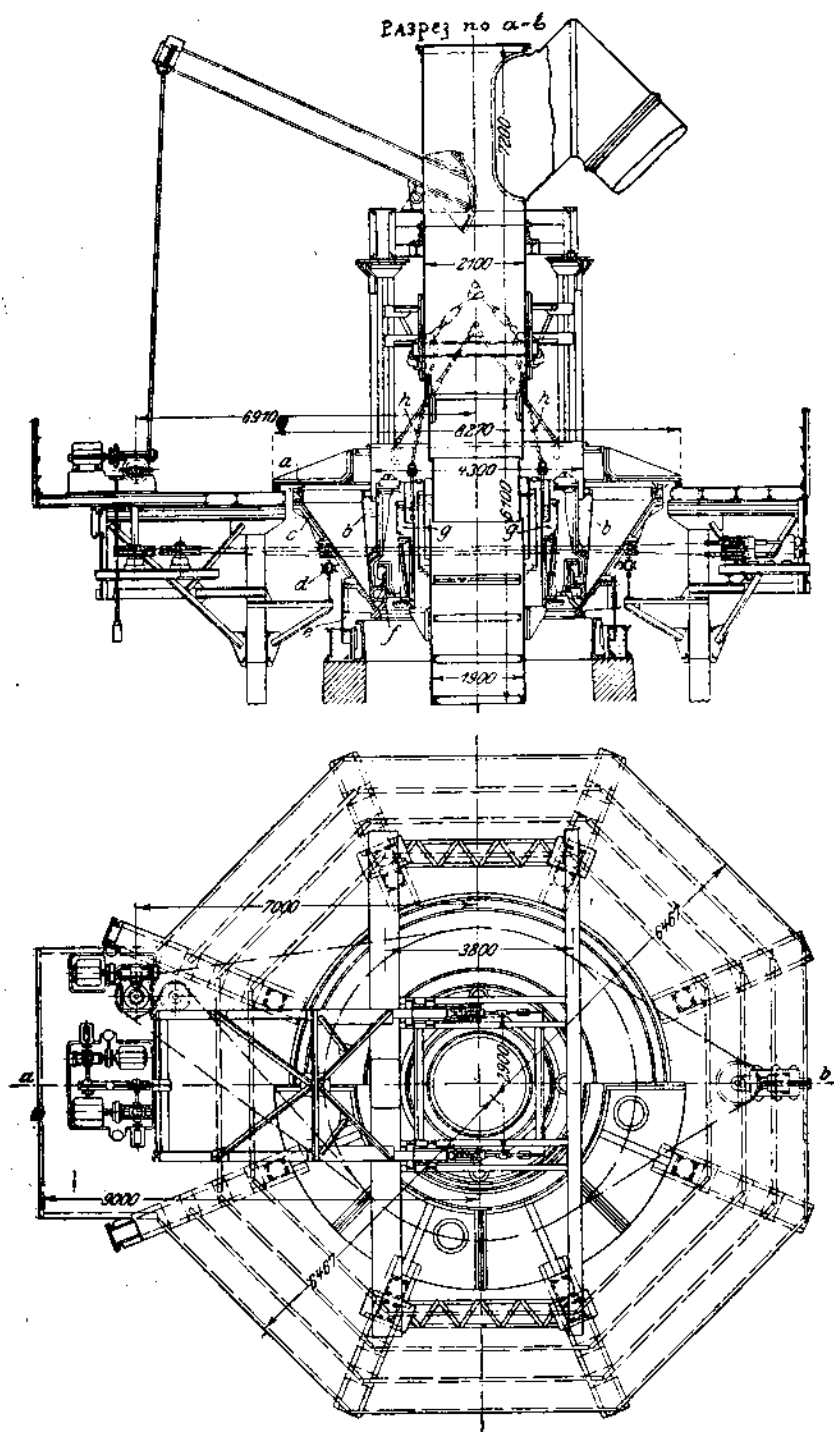
Заканчивая рассмотрение загрузки доменных печей при помощи вертикальных канатных подъемов с засыпкой вручную мы можем указать, что достоинствами этой системы загрузки являются простота устройства и сравнительно низкая стоимость оборудования ¹⁾. Недостатки же заключаются: в ручной подаче материалов к подъему и от подъема на колошник, что представляет тяжелый труд, только отчасти облегчаемый применением подвесных вагонеток, и не позволяет развивать темп загрузки, необходимый при печах большой производительности, а также и в потребности большого количества рабочих, усугубляющей зависимость работы от персонала обслуживающих рабочих (каталей) и выдвигающей рабочую плату на первое место среди расходов по эксплуатации. Таким образом, эта система загрузки может применяться только при печах малой производительности, где темп загрузки медленный и где доминирующую роль в экономике играет низкая стоимость установки.

Уже сравнительно давно старались избежать верхнего горизонтального передвижения вручную от подъема до засыпного аппарата печи путем применения наклонных подъемов. Так, более 100 лет тому назад доменные печи Силезии уже обслуживались при помощи наклонных подъемов. Шихтовые вагонетки устанавливались на передвигающейся по наклонному мосту тележке и на ней подавались механически на колошник печи. При этом, хотя автоматического высыпания поднятых материалов еще не было, однако ручная работа несколько уменьшалась. Стремление производить автоматически высыпание шихты на колошнике при этом типе подъемов привело к устройству *наклонных подъемов Tümmler'a с применением засыпного аппарата Tümmler-Neumarch'a*.

На фиг. 14 показана установка наклонного подъема *Tümmler'a* с автоматической засыпкой и с подъемом на колошник шихтовых вагонеток. Подъем состоит из наклонного моста *A* (в приведенном примере угол наклона моста 50°), по которому с помощью канатов *B*, приводящихся в движение лебедкой *C* и огибающих наверху подъема направляющие шкивы *D*, передвигаются две тележки *E* с прикрепленной шарнирно к головному концу платформой *F*, на которой ставится шихтовая вагонетка. При этом, когда одна тележка с нагруженной вагонеткой поднимается, другая с порожней вагонеткой опускается, следовательно мертвые грузы уравниваются. Платформа, на которой ставится шихтовая вагонетка, при движении по наклонному пути удерживается в горизонтальном положении с помощью роликов, находящихся у передней стороны платформы и передвигающихся по особым направляющим рельсам на наклонном мосту.

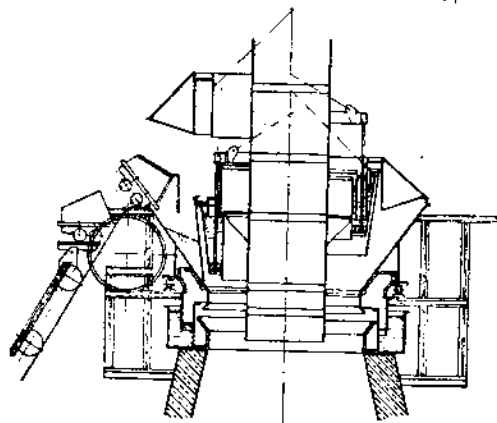
Принцип действия этих подъемов следующий. Наполненные шихтовые вагонетки на уровне заводе также, как при рассмотренных выше вертикальных канатных подъемах, только всегда по одной, устанавливаются вручную на платформе подъемной тележки и закрепляются на ней. Затем тележка поднимается на высоту колошника, где платформа с вагонеткой опрокидывается, и содержимое вагонетки выгружается в засыпной аппарат. Опрокидывание платформы происходит благодаря тому, что на верхнем конце наклонного моста направляющие рельсы для роликов платформы принимают горизонтальное положение, что и вызывает опрокидывание платформы. Когда тележка с груженой вагонеткой достигнет высоты колошника, тележка с порожней вагонеткой опустится к основанию подъема, где порожняя вагонетка на платформе заменяется нагруженной, и процесс повторяется.

¹⁾ Само собой понятно, что при добросовестной ручной засыпке можно получить равномерное распределение загружаемых материалов в печи.



Фиг. 15—16. Засыпной аппарат *Tümmeler-Neumarch's* (масштаб 1 : 150).

Применяющийся при этих под'емах засыпной аппарат *Tümmeler-Neumarch'a* показан на фиг. 15 и 16. Он состоит из верхнего колокола *a*, нижнего колокола *b* и воронки *c*, при чем последняя вместе с опирающимся на нее колоколом *b* может вращаться. Для этой цели под колошниковой площадкой на кронштейнах помещается кольцевой рельс, на который посредством роликов *d* и приделанного к ней другого кольцевого рельса опирается воронка. Вращение сообщается воронке электрической лебедкой при помощи каната, который несколько раз обхватывает укрепленный на боковой поверхности воронки желобчатый обод, футерованный деревом. Так как диаметр этого обода обыкновенно много больше (приблизительно 8 раз) диаметра приводного шкива лебедки, то, для увеличения угла обхвата, канат огибает еще контр-шкивы. Двигатель лебедки помещается на колошниковой площадке. Для устранения потери газов к воронке приделан цилиндр *e*, который входит в желоб, лежащий на шахте печи и наполненный водой. Для уплотнения нижнего колокола с воронкой служит стальное литое кольцо *f* с пазом в форме ласточкина хвоста с асбестовой набивкой. Для уплотнения этого кольца с нижним колоколом служит песок, находящийся в кольцевом пространстве в нижней части колокола. Так как нижний колокол вращается вместе с воронкой, то механизм для под'ема его соединен не непосредственно с ним, а с водяным желобом *g*, относительно которого нижний колокол может свободно вращаться. Если этот желоб начнет подниматься (на цепях *h* с помощью электрической лебедки), то, через некоторое короткое время, он нижним кольцевым краем подхватит нижний колокол и будет подниматься вместе с ним. Перед тем, как подхватить нижний колокол, кольцевой край желоба поднимет кольцо *f* на такую высоту, чтобы асбестовая набивка зашла за край нижнего колокола, благодаря чему она предохраняется от повреждения скатывающимися кусками шихты.



Фиг. 17. Схема засыпного аппарата *Tümmeler-Neumarch'a* с поднятым (слева) и опущенным (справа) верхним колоколом.

Верхний колокол обыкновенно бывает поднят и опускается только при под'еме нижнего колокола для завалки шихты в печь (см. фиг. 17 слева и справа). Загружаемые материалы высыпаются из вагонеток в воронку, которая после разгрузки каждой вагонетки поворачивается на некоторый угол, который соответствует числу высыпаний, распределяемому по окружности. Вращение воронки должно совершаться автоматически в зависимости от движения тележек с тем расчетом, чтобы воронка начинала поворачиваться вскоре после

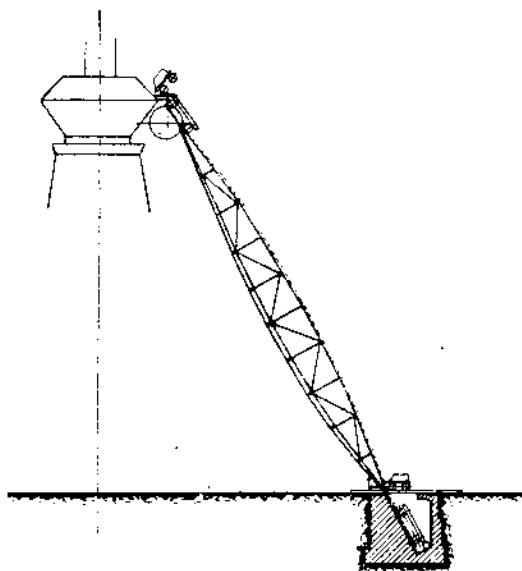
начала движения тележки вверх и останавливалась перед концом этого движения. Необходимо обращать внимание на то, чтобы воронка начинала поворачиваться не тотчас при начале движения под'ема, потому что тогда шихтовая вагонетка еще опирается на край воронки. Далее, при условии устройства согласно фиг. 17, верхний колокол не может быть опущен, если тележки находятся в конечных положениях, и, обратно, тележки не могут прийти в конечные положения, если верхний колокол опущен, потому что иначе происходили бы столкновения колокола с вагонеткой. И, наконец, при тех же условиях, при опущенном верхнем колоколе воронка не может поворачиваться, потому что верхний колокол не поворачивается.

Во многих случаях стремятся избежать частых под'емов и опусканий верхнего колокола и устраивают в нем отверстие, закрываемое крышкой, через

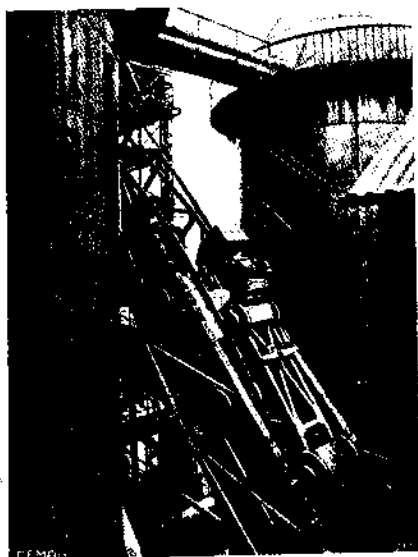
которое и выгружаются поднятые материалы в воронку (см. фиг. 14—16). Для работ по ремонту колокол, и в этом случае, может быть поднят (как показано пунктиром на фиг. 14).

Двигатель для лебедки, вращающей воронку, шунтовой с целью возможной независимости числа оборотов от нагрузки. В случае надобности можно поворачивать воронку от руки путем нажатия кнопки, находящейся на колошнике, при чем угол поворота находится в зависимости от продолжительности нажатия кнопки.

Наклонный мост при этих под'емах бывает или обыкновенного вида с двумя лежащими в одной плоскости параллельными рельсовыми путями (фиг. 14) или с двумя расположенными один над другим путями (фиг. 18), при



Фиг. 18. Наклонный мост колошниково-го под'ема Tümmler'a с расположенными один над другим путями.



Фиг. 19. Подъемные тележки на наклонном мосту колошниково-го под'ема Tümmler'a.

чем ширина колеи путей разная: верхнего шире, чем нижнего. При последней конструкции, тележки в середине моста проходят одна над другой, а на концах моста приходят на один путь. Это делается с целью производить высыпание шихты в воронку в одном месте.

Вагонетки, в которых подается шихта применяются двух типов: или обыкновенные, как при вертикальных канатных под'емах, с кузовом, опрокидывающимся вперед, или с кузовом, передняя стенка которого подвешена на шарнире и может откидываться (см. фиг. 14 вверху или фиг. 17).

Подъемная тележка, клепанная из сортового железа, на четырех колесах и с двумя роликами у передней части платформы. При устройстве подъемных путей согласно фиг. 18 тележка, передвигающаяся по верхнему пути, имеет удлиненные оси колес, и на концах этих осей насажены ролики, а также и платформа имеет на дополнительной оси еще пару роликов. На этих дополнительных роликах тележка и платформа движутся по верхнему пути с более широкой колеей (фиг. 19). На концах пути тележка движется на колесах.

Канаты применяются обыкновенно такие же, как при вертикальных канатных под'емах.

Лебедка при под'емах Tümmler'a может быть такого же типа, как при вертикальных канатных под'емах. Только, ввиду более интенсивной работы при

под'емах *Tümmler'a*, часто ставятся два электродвигателя, из которых один работает, а другой запасной.

Не останавливаясь на расчете наклонных под'емов *Tümmler'a*, который аналогичен с расчетом рассматриваемых ниже наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками, приведем здесь только некоторые данные, характеризующие этот тип под'емов.

Полезный груз Q за один под'ем от 500 до 2.000 кгр.

Продолжительность непрерывного действия под'ема от 0,6 до 0,8 полного времени.

Продолжительность паузы от $\frac{1}{2}$ до 1 мин.

Максимальная скорость до 3 м/сек., обыкновенно в пределах 2,0—2,5 м/сек.

Отношение мертвого груза к полезному.

$$\lambda = \frac{Q}{Q} = 1,5-2,0 \dots \dots \dots (33)$$

В таблице 4 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных электрических наклонных под'емов *Tümmler'a*.

Работа на уровне завода при под'емах *Tümmler'a* такая же, как при вертикальных канатных под'емах, и следовательно здесь требуется такое же

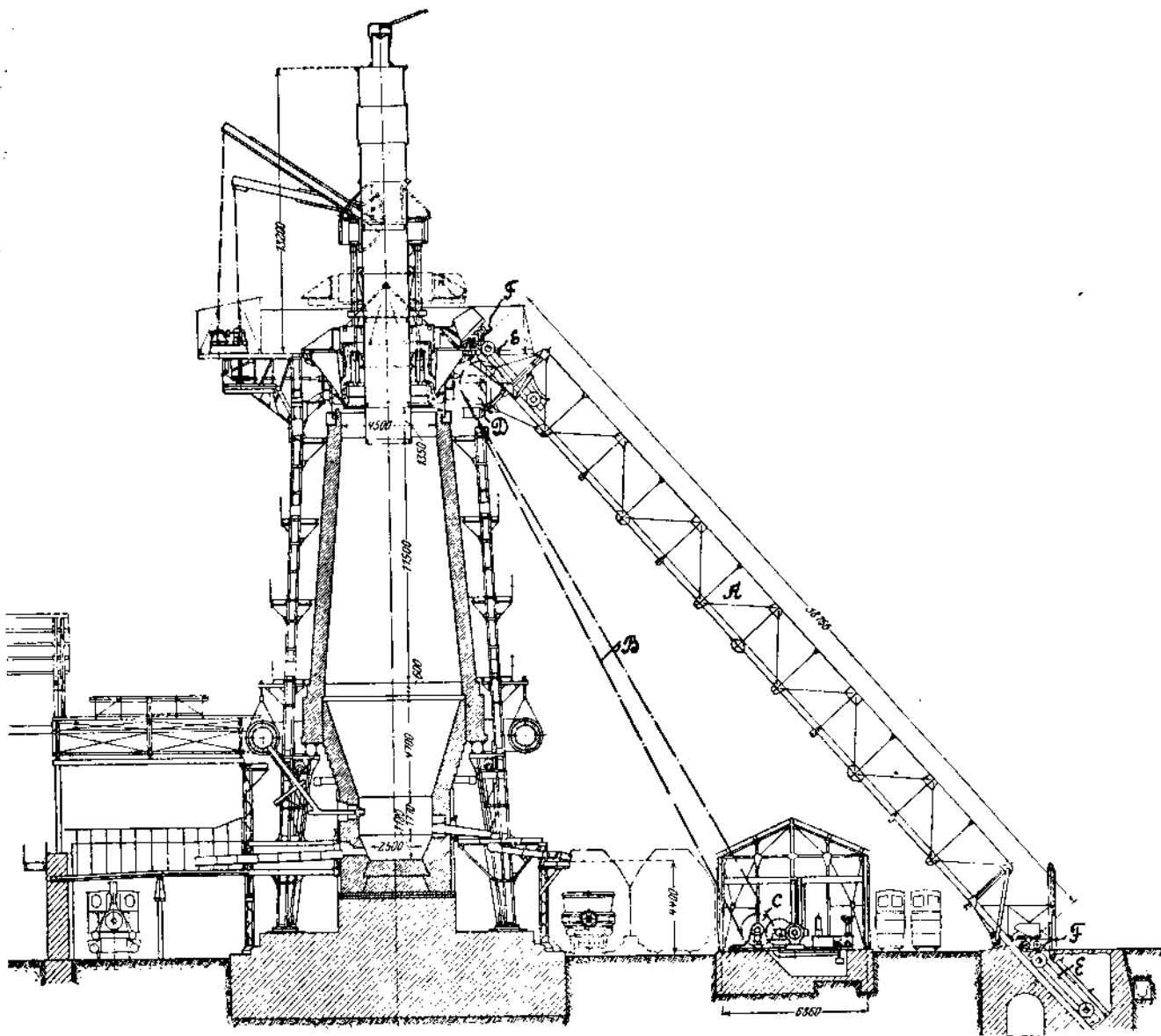
Таблица 4.

Наклонные электрические колошниковые под'емы *Tümmler'a*.

№№	Число под'емов в час.	Полезный груз кгр.	Максимальная скорость под'ема м/сек.
1	133	1350	2,0
2	138	1400	2,0
3	120	600	2,5
4	138	1400	2,0
5	60	800	2,5
6	60	800	2,5
7	60	800	2,5
8	75	1450	3,0
9	70	1800	2,0
10	56	1000	1,5
11	56	1000	1,5
12	30	1000	1,3

количество рабочих. На колошнике же высыпание загружаемых материалов происходит автоматически и поэтому потребность в рабочей силе здесь ограничивается одним человеком для надзора и подсобной работы, заключающейся в выгребании из вагонеток случайно оставшегося в них после опрокидывания загружаемого материала.

Стоимость наклонных под'емов *Tümmler'a* с засыпным аппаратом *Tümmeler-Neumarck'a* вследствие сложной конструкции засыпного аппарата сравнительно высока, как это и можно видеть ниже. Засыпной аппарат должен быть довольно массивным, чтобы не слишком сильно деформироваться при сильном нагреве. Можно считать стоимость засыпного аппарата *Tümmeler-Neumarck'a* вдвое большей стоимости обыкновенных аппаратов с двойным затвором. Кроме того



Фиг. 14. Наклонный подъем *Timmler'a* с подъемом шихтовых вагонеток (масштаб 1 : 300)

стоимость наклонного моста выше стоимости башни и соединительного моста при вертикальных канатных под'емах.

Расход энергии на действие под'ема ¹⁾ можно считать 1,20—1,30 килов.-час. на 1 тонну чугуна.

Шихта при этих под'емах перегружается столько же раз, как и при вертикальных канатных под'емах с засыпкой вручную, т. е. обыкновенно три раза.

Таким образом достоинствами загрузки доменных печей при помощи наклонных под'емов *Tümmler'a* с засыпным аппаратом *Tümmler-Neumarck'a* являются сокращение до минимума ручной работы на колошнике, при задолженности одного человека в смену, и равномерное распределение шихты, производящееся механическим путем. Недостатками являются: сравнительно высокая стоимость установки, сравнительно высокий расход энергии, благодаря под'ему шихты сравнительно малыми количествами, и необходимость иметь большое количество рабочих для подачи шихтовых вагонеток к под'ему.

Поэтому эта система загрузки может применяться только при печах малой производительности; хотя и здесь эта система часто может уступать системе с вертикальными канатными под'емами, потому что, давая экономию в рабочей плате, значительно превышает последнюю систему по стоимости установки.

При рассмотренных выше системах загрузки, отличающихся одна от другой способами подачи загружаемых материалов на колошник и завалки их в засыпной аппарат печи, подача материалов со складов к под'емам производится одинаковым способом — вручную, обуславливающим задолженность большого количества рабочих. Это последнее, а также и ряд других обстоятельств, как было сказано, делают эти системы загрузки применимыми только при печах малой производительности. Между тем современные доменные заводы имеют в большинстве случаев печи большой производительности, при которых приходится загружать колоссальное количество сырых материалов, которое, вообще, при подаче сравнительно малыми частями (как это делается при рассмотренных выше системах) не может быть загружено. Здесь уже необходима подача загружаемых материалов большими массами, что является выполнимым только при полной механизации загрузки во всех ее деталях. Применение конструкций наклонных под'емов с автоматической засыпкой, дающих возможность поднимать загружаемые материалы на колошник сразу большими массами, и рациональное соединение этих под'емов со складами кратчайшими механизированными путями вполне разрешают в настоящее время вопрос загрузки доменных печей большой производительности, при чем проблемы этого решения впервые были созданы в Америке. Таким образом в Америке получили свое происхождение наклонные под'емы с автоматической засыпкой при помощи опрокидывающихся вагонеток большой емкости и посредством бадьи с опускающимся днищем. В Америке же была разработана во всех ее деталях и вся система загрузки с применением наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками, между тем как в Германии разработана в нескольких вариантах система загрузки с применением наклонных под'емов с бадьей с опускающимся днищем.

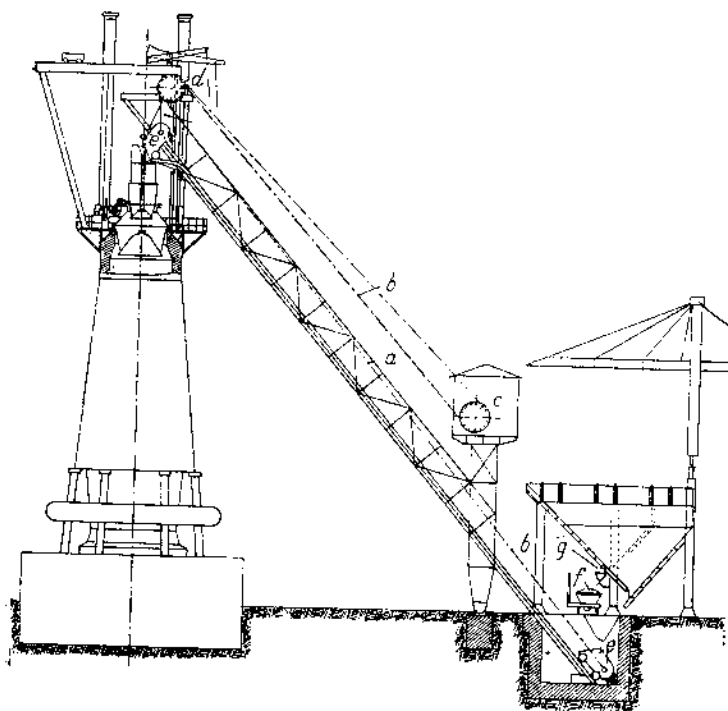
Наклонный под'ем для автоматической засыпки при помощи опрокидывающихся вагонеток большой емкости в общем виде ²⁾ (фиг. 20) состоит из наклонного моста *a* с расположенными на нем двумя рельсовыми путями, по которым с помощью канатов *b*, получающих движение от лебедки *c* и огибающих наверху моста направляющие шкивы *d*, передвигаются две вагонетки *e*.

¹⁾ Т. е. действие под'ема и загрузочной воронки.

²⁾ В настоящее время обыкновенно двойного действия.

при чем, когда одна вагонетка, наполненная загружаемыми материалами, поднимается, другая, порожняя, опускается, благодаря чему происходит уравнивание мертвого груза.

Принцип действия этих подъемов следующий. Находящаяся у основания наклонного моста порожняя вагонетка наполняется загружаемым материалом, после чего она поднимается на высоту разгрузки в засыпной аппарат, в который, автоматически опрокидываясь, и высыпает свое содержимое. Опрокидывание вагонетки происходит благодаря тому, что рельсовый путь у места разгрузки разветвляется, при чем главный путь изгибается горизонтально в сторону печи, и по нему продолжают двигаться передние колеса вагонетки, между



Фиг. 20. Наклонный подъем для автоматической засыпки при помощи опрокидывающихся вагонеток большой емкости (масштаб 1:600).

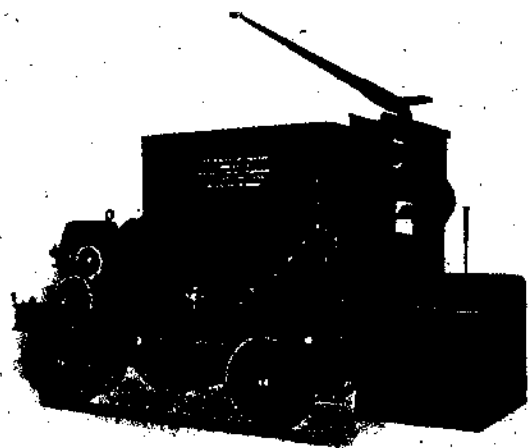
тем как задние колеса, имеющие обод двойной ширины, переходят на другой путь с более широкой колеи и останавливаются, поднявшись выше передних колес. После разгрузки вагонетка опять становится всеми колесами на главный путь и по нему опускается. В то время, когда нагруженная вагонетка достигнет места разгрузки, порожняя вагонетка опустится к основанию наклонного моста, где опять наполняется.

Подача сырых материалов к подъему может производиться разными способами в зависимости от общего устройства складов и их расположения относительно подъемов; необходимо только стремиться к

уменьшению числа перегрузок материалов. Наиболее рациональным следует считать американский метод, показанный на фиг. 20. Подача руды из рудных закромов здесь производится при помощи вагонов-весов *f*, которых на каждую печь можно иметь один. Руда насыпается из закромов в эти вагоны-весы, взвешивается в них и автоматически высыпается из них в подъемные вагонетки. На фиг. 21 показана американская конструкция электрических вагонов-весов, которые могут иметь различную емкость. При большом количестве сортов руды вагоны-весы могут иметь по два отделения. Скорость движения этих вагонов-весов до 200 м/мин. Расход энергии вагонами-весами при расстояниях между закромами и подъемами в 50 м. можно считать 0,04—0,05 килов.-час. на 1 тонну руды.

Если кокс складывается в закромах, ближайших к подъему, как это имеет место в случае, показанном на фиг. 20, то он может поступать в подъемные вагонетки непосредственно из выпускных отверстий закромов (*g* на фиг. 20) самотеком и только в случаях, когда кокс складывается в закромах, несколько удаленных от подъемов, он подается тоже в вагонах-весах. Однако,

последнее нельзя считать рациональным и лучше делать как на фиг. 20, потому что при разделении работы, т.е. при подаче руды в вагоны-весы, а кокса самотеком из закроев, подача загружаемых материалов к под'ему и наполнение под'емных вагонеток производится быстрее, и число перегрузок кокса уменьшается.

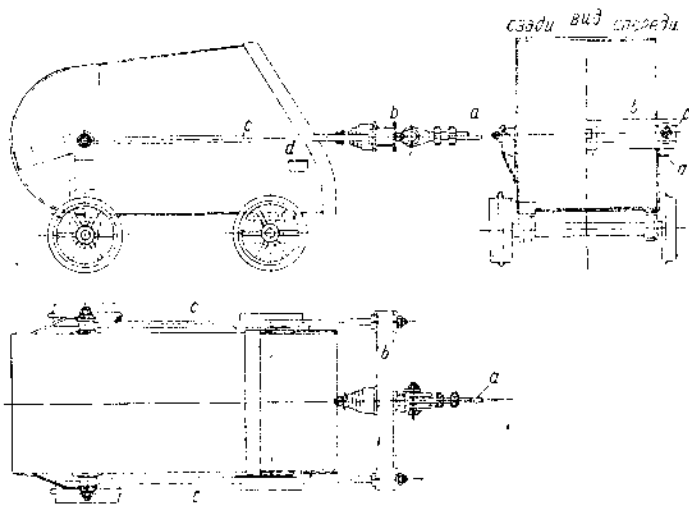


Фиг. 21. Электрический вагон-весы.

Применяющийся чаще всего при рассматриваемых под'емах тип под'емной вагонетки показан на фиг. 22. Вагонетка железная на четырех колесах, при чем, как уже было сказано, обод задних колес шире передних. Канат *a* прикрепляется эластично (при посредстве пружины) к траверсе *b*, которая при посредстве двух тяг с шарнирно соединяется с кузовом. Полезный объем вагонетки, соответствующий максимально-му объему загружаемых за один под'ем материалов, можно считать равным 0,8 полного объема.

Наиболее распространенными засыпными аппаратами при загрузке с применением рассматриваемых под'емов являются аппараты *Kennedy*, *Baker'a*, *Brown'a* и *Mc Kee*, из которых в настоящее время можно рекомендовать два последних, особенно после того, как аппарат *Brown'a* был усовершенствован

в том отношении, что устье воронки закрывается клапаном; для герметичности закрытия колошника устраивается у воронки водяной или песочный затвор, и вращение воронки производится с помощью особого электродвигателя, устанавливаемого на колошнике. Не останавливаясь на описании названных выше засыпных аппаратов, которое интересующиеся могут найти в курсах металлургии чугуна, мы только вкратце сравним друг с другом аппараты *Brown'a* и *Mc Kee*. Высота падения загружаемых материалов



Фиг. 22. Вагонетка наклонного колошниково-го под'ема. (Масштаб 1:60).

при аппарате *Brown'a* меньше, чем при аппарате *Mc Kee*, что, без сомнения, имеет очень большое значение, особенно при непервоклассном по крепости коксе, и, кроме того, при аппарате *Brown'a*, в виду существования одного конуса, требуется только одно приспособление для под'ема конуса против двух при аппарате *Mc Kee*.

Но аппарат *Mc Kee*, со своей стороны, обладает очень важным преимуществом, заключающимся в том, что, в случае порчи механизма для вращения воронки, можно удовлетворительно работать с невращающейся воронкой, имея в своем распоряжении как бы устройство *Kennedy*, между тем как при аппарате *Brown'a* в таком случае засыпка будет производиться неправильно.

Канаты для под'ема можно применять проволочные круглые двойной свивки или нормального типа или трехгранно-прядевые с одним пеньковым сердечником, состоящие из комбинации толстых и тонких круглых проволок и проволок треугольного сечения, служащих в каждой пряди сердечником. Этот последний тип канатов имеет, сравнительно с нормальным типом, то преимущество, что, при том же сопротивлении каната разрыву, его диаметр меньше и что, вследствие более гладкой поверхности каната, получается более медленное изнашивание его наружных проволок, а также и барабанов и шкивов. Недостатками этих канатов являются сравнительно более высокая стоимость их и сравнительно большая толщина наружных проволок, что, при выборе диаметра барабана по условию $D \geq 1.000 \delta$, где $\delta = \delta_a$ — диаметр наружных проволок, обуславливает больший диаметр барабана. Фирма *Fellen & Guilleaume* в Германии изготавливает трехгранно-прядевые канаты с сопротивлением разрыву материала фасонных проволок 10.000 кг/см^2 и круглых проволок от 13.000 до 18.000 кг/см^2 . В таблице 5 приведена разрывающая длина этих канатов. Необходимо еще заметить, что входящее в ур. (7) произведение ωK_z в случае трехгранно-прядевых канатов будет равно сумме произведений, т.-е. $\omega_1 K_{z_1} + \omega_2 K_{z_2}$, где ω_1 — площадь сечения в кв. см., а K_{z_1} — сопротивление разрыву в кг/см^2 для круглых проволок, ω_2 и K_{z_2} то же для фасонных проволок.

Лебедка под'ема может находиться у нижнего конца под'ема над наклонным мостом, как показано на фиг. 20 или как это делается в Америке, а за последнее время иногда и в Европе, под наклонным мостом. В последнем случае у нижнего конца под'ема устраивается площадка, на которой помещаются: контроллер под'емной лебедки, приспособления для управления колошниковым затвором и приспособления для контроля действия вращающейся воронки засыпного аппарата и высоты шихты в печи и иногда приспособления для управления затворами выпускных отверстий бункеров и вообще всей подачи к под'ему загружаемых материалов¹⁾. Само собой понятно, что при установке лебедки по фиг. 20 все вышеуказанные приспособления находятся в помещении лебедки.

Что касается конструкции лебедки, то она в большинстве случаев общераспространенного типа (см. фиг. 4—5), но только здесь еще чаще ставятся два двигателя. Несколько отличающейся в смысле расположения отдельных частей является конструкция лебедки при помещении последней под наклонным мостом.

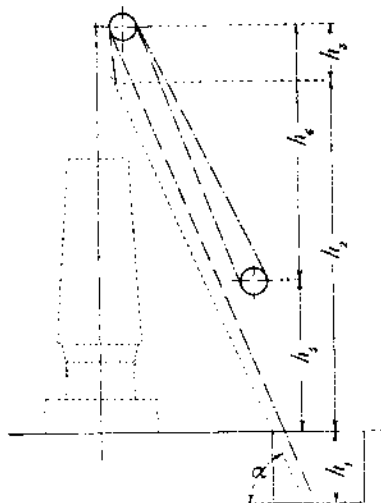
Наклонный мост—обыкновенно с двумя лежащими в одной плоскости (на верхнем или нижнем поясе моста) параллельными рельсовыми путями. Только при применении засыпного аппарата *Brown'a* для под'ема двойного действия пути вагонеток на мосту помещают один над другим по тому же принципу, как и при описанных выше под'емах *Tümmeler'a*. С применением над воронкой *Brown'a* низкой направляющей воронки необходимость такого расположения путей исчезает. Угол наклона моста в существующих установках от 67° до 45° , а в отдельных случаях даже еще меньше, как, например, на заводе в *Homécourt* во Франции (Лотарингия) угол наклона моста 37° . При большом угле наклона моста для устранения схода вагонеток с рельс над последними помещаются еще контр-рельсы. Считаю необходимым заметить, что следует избегать, чтобы верхней опорой моста служила кладка

¹⁾ Машинист под'ема находится на этой площадке.

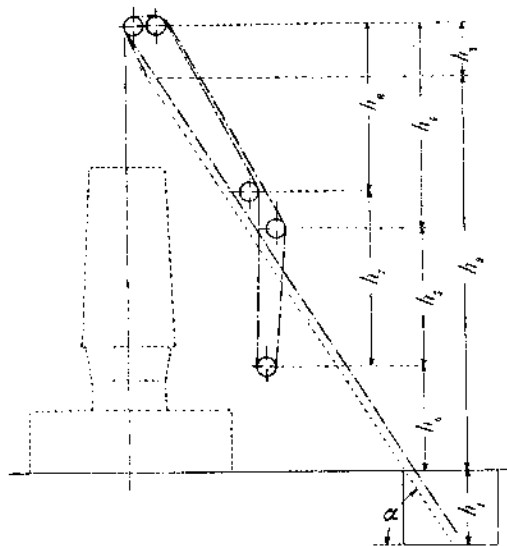
печи, потому что, с одной стороны, динамические процессы при работе под'ема будут создавать усилия, расшатывающие кладку печи; с другой стороны, все явления в печи, вызывающие динамические процессы, как, напр., уханье ко-лош, будут вредно действовать на мост. Поэтому, даже при опирании моста на колошниковую площадку, необходимо опору делать сколь возможно более эластичной. Самое же лучшее—опирать мост на особые колонны, не связанные с кладкой печи.

Принцип расчета наклонных под'емов такой же, как изложенный выше вертикальных канатных под'емов.

Продолжительность непрерывного действия под'ема от 0,6 до 0,8 полного времени. Полное время одного под'ема по ур. (2).



Фиг. 23. Схема направления канатов при помещении лебедки над наклонным мостом.



Фиг. 24. Схема направления канатов при помещении лебедки под наклонным мостом.

Продолжительность паузы здесь изменяется в зависимости от способа подачи сырых материалов к под'ему и загрузки их в под'емные вагонетки. Можно считать, согласно существующим установкам, продолжительность паузы в пределах от 25 сек. до 1¹/₃ мин.

Если длина пути под'ема вагонеток в м.

$$L = \frac{h_1 + h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (34)$$

где, согласно фиг. 23 и 24, h_1 —глубина загрузочной ямы у основания под'ема в м., h_2 —высота места разгрузки вагонеток над уровнем завода в м. и α —угол наклона моста,—то средняя скорость под'ема

$$v_m = \frac{L}{t} \text{ (м/сек)} \dots \dots \dots (35)$$

Максимальная скорость под'ема до 3 м/сек. и чаще в пределах 1,2—2,0 м/сек.

В таблице 6 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных электрических наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками.

Примем обозначения Q , G , p , ε , L и S , как при вертикальных канатных под'емах, и пусть, согласно фиг. 23 и 24,

h_1 — глубина загрузочной ямы у основания под'ема в м.;

h_2 — высота места разгрузки вагонеток над уровнем завода в м.;

h_3 — высота направляющих шкивов над местом разгрузки вагонеток в м.

Полезный груз при наклонных под'емах с опрокидывающимися вагонетками до 8.000 кр. и отношение мертвого груза к полезному

$$\lambda = \frac{Q}{G} = 0,5 - 0,6 \dots \dots \dots (36)$$

Номинальный запас прочности каната, в виду возможности действия на канат колошниковых газов, здесь следует брать $\sigma = 10$.

Аналогично ур. (6) и (7) мы можем написать:

$$S = \left[Q + G + p \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (37)$$

или

$$\frac{p}{\sigma} L = \left[(1 + \lambda) Q + p \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (38)$$

откуда

$$p = (1 + \lambda) \frac{Q \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_1 + h_2 + h_3)} \dots \dots \dots (39)$$

после чего подбирается канат по таблицам канатов нормального типа или трехгранно-прядевых.

Вес рабочей части каната в кр.

$$P = p \cdot L \dots \dots \dots (40)$$

Барабан рассчитывается по ур. (10), (11) и (12), только в ур. (11) вместо H надо подставить L .

Диаметр направляющих шкивов по ур. (13).

Полная длина каната в м.

по фиг. 23

$$L' = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{\sin \alpha} + 20 + 2\pi D \dots \dots \dots (41)$$

по фиг. 24

$$L' = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{\sin \alpha} + h_5 + 20 + 2\pi D \dots \dots \dots (41a)$$

или

$$L' = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{\sin \alpha} + h_7 + 20 + 2\pi D \dots \dots \dots (41b)$$

где h_4 по фиг. 23 — высота направляющих шкивов над барабаном лебедки, а по фиг. 24 — высота верхних направляющих шкивов над одним, h_8 — над другим нижним направляющим шкивом; h_5 — высота одного и h_7 — высота другого нижнего направляющего шкива над барабаном лебедки в м.

Полный вес каната по ур. (16).

Переходим к определению усилий, действующих при работе под'ема, и мощности двигателя, рассуждая совершенно так же, как при вертикальных канатных под'емах.

Статическое усилие, действующее в начале под'ема на поднимаемый канат:

$$W_1' = (Q + G + P) \sin \alpha + 5(Q + G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right),$$

где μ — коэффициент трения скольжения в подшипниках осей вагонеток; для обыкновенных подшипников $\mu = 0,08 - 0,1$, для шариковых $\mu = 0,005$;

f — коэффициент трения катания колес вагонеток $= 0,05 - 0,08$ см.;

r_1 — радиус осей вагонеток в см.;

R_1 — радиус колес вагонеток в см.

Статическое усилие, действующее в начале под'ема на опускающийся канат:

$$W_1'' = G \sin \alpha - 5 G \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right).$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в начале под'ема:

$$\begin{aligned} W_1 &= W_1' - W_1'' = \\ &= (Q + G + P) \sin \alpha + 5 (Q + G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) - \\ &\quad - G \sin \alpha + 5 G \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) = \\ &= (Q + P) \sin \alpha + 5 (Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) = \\ &= (Q + P) \sin \alpha + w \dots \dots \dots (42) \end{aligned}$$

Здесь

$$w = 5 (Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right)$$

есть величина вредных сопротивлений, при чем введением коэффициента „5“ учитывается трение осей направляющих шкивов, жесткость каната и трение реборд колес вагонеток ¹⁾.

Усилие, действующее в конце под'ема на поднимаемый канат:

$$W_4' = (Q + G) \sin \alpha + 5 (Q + G) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right)$$

и на опускающийся канат:

$$W_4'' = (G + P) \sin \alpha - 5 (G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right).$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в конце под'ема:

$$\begin{aligned} W_4 &= W_4' - W_4'' = \\ &= (Q + G) \sin \alpha + 5 (Q + G) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) - \\ &\quad - (G + P) \sin \alpha + 5 (G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) = \\ &= (Q - P) \sin \alpha + 5 (Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) = \\ &= (Q - P) \sin \alpha + w \dots \dots \dots (43) \end{aligned}$$

Величина общего статического усилия в любой момент движения под'ема будет:

$$W_x = (Q + pL - 2px) \sin \alpha + w,$$

где x изменяется от 0 до L , при чем при $x = 0$ получается W_1 , а при $x = L$ получается W_4 . Изменение статических усилий и здесь происходит по закону

¹⁾ При устройстве по фиг. 24 следует вводить коэффициент „6“.

прямой; следовательно, диаграмма статических усилий будет такого же вида, как на фиг. 8,—только по оси абсцисс теперь надо отложить путь подъема L м. Средняя величина общего статического усилия:

$$W = \frac{W_1 + W_2}{2} = \frac{(Q + P) \sin \alpha + w + (Q - P) \sin \alpha + w}{2} = \frac{2Q \sin \alpha + 2w}{2} = Q \sin \alpha + w \quad (44),$$

и эта величина получается из выражения для W_x при $x = \frac{L}{2}$, т.-е. при встрече вагонеток:

$$W = \left(Q + pL - 2p \frac{L}{2} \right) \sin \alpha + w = Q \sin \alpha + w.$$

Такую же величину статического усилия мы можем получить и по диаграмме при абсциссе $\frac{L}{2}$.

Нормальная мощность двигателя лебедки по ур. (21), при чем максимальная скорость по ур. (22).

Число оборотов барабана по ур. (23).

Приведенные массы вычисляются, как и выше, при вертикальных канатных подъемах. Только масса полезного и мертвого грузов, и полной длины канатов будет

$$m = \left(\frac{Q + 2G + 2P'}{g} \right) \sin \alpha,$$

и при вычислении приведенной массы направляющих шкивов, при устройстве по фиг. 24, следует считать не два, а шесть шкивов.

Усилие, необходимое для сообщения ускорения движущимся массам, ур. (24).

Усилие, производящее замедление движущихся масс, как и выше, будем считать равным общему статическому усилию в конце подъема, т.-е. W_2 [см. ур. (43)], и величина замедления по ур. (25).

Диаграмма скоростей строится, как и выше, и имеет вид, как показано на фиг. 9. Площадь диаграммы теперь дает величину пути подъема L м.

Величина ускорения по ур. (26).

Момент, действующий на валу барабана (или барабанов) в начале подъема, как и выше, равен сумме моментов статического и динамического, т.-е.

$$M_1 = M_{st_1} + M_d.$$

Статический момент в начале подъема будет:

$$M_{st_1} = W_1 \cdot R = [(Q + P) \sin \alpha + w] R.$$

Динамический момент, как и выше,

$$M_d = P_d \cdot R = m_r \cdot p_a \cdot R.$$

Момент, действующий в конце периода ускорения, как и выше,

$$M_2 = M_1.$$

Момент, действующий в начале периода равномерного движения, равен статическому моменту, т.-е.

$$M_3 = M_{st_2}.$$

Статический момент в начале периода равномерного движения будет:

$$M_{st_2} = W_2 \cdot R,$$

где W_2 общее статическое усилие в начале периода равномерного движения, определяемое следующим образом.

Усилие, действующее в начале периода равномерного движения на поднимаемый канат:

$$W'_2 = (Q + G + P - pL_1) \sin \alpha + 5 (Q + G + P - pL_1) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right)$$

и на опускающийся канат:

$$W''_2 = (G + pL_1) \sin \alpha - 5 (G + pL_1) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right).$$

Общее статическое усилие, передаваемое на барабан (или на барабаны) в начале периода равномерного движения:

$$\begin{aligned} W_2 &= W'_2 - W''_2 \\ &= (Q + G + P - pL_1) \sin \alpha + 5 (Q + G + P - pL_1) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\ &\quad - (G + pL_1) \sin \alpha + 5 (G + pL_1) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\ &= (Q + P - 2pL_1) \sin \alpha + 5 (Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\ &= (Q + P - 2pL_1) \sin \alpha + w \dots \dots \dots (45), \end{aligned}$$

при чем $L_1 = \frac{v_{max} \cdot t_1}{2}$ есть величина пути при движении с ускорением.

Следовательно:

$$M_{st_2} = W_2 \cdot R = [(Q + P - 2pL_1) \sin \alpha + w] R.$$

Момент, действующий в конце периода равномерного движения или в начале периода замедления, равен статическому моменту, т.е.

$$M_1 = M_{st_2}.$$

Статический момент в конце периода равномерного движения или в начале периода замедления:

$$M_{st_3} = W_3 \cdot R,$$

где W_3 общее статическое усилие.

Усилие, действующее в конце периода равномерного движения на поднимаемый канат:

$$\begin{aligned} W'_3 &= [Q + G + P - p(L_1 + L_2)] \sin \alpha + 5 [Q + G + \\ &\quad + P - p(L_1 + L_2)] \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \end{aligned}$$

и на опускающийся канат:

$$W''_3 = [G + p(L_1 + L_2)] \sin \alpha - 5 [G + p(L_1 + L_2)] \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right).$$

Общее статическое усилие в конце равномерного движения

$$\begin{aligned}
 W_3 &= W'_3 - W''_3 \\
 &= [Q + G + P - p(L_1 + L_2)] \sin \alpha + 5 [Q + G + P - p(L_1 + L_2)] \\
 &\quad \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\
 &\quad - [G + p(L_1 + L_2)] \sin \alpha + 5 [G + p(L_1 + L_2)] \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\
 &= [Q + P - 2p(L_1 + L_2)] \sin \alpha + 5 (Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) \\
 &= (Q + P - 2p(L_1 + L_2)) \sin \alpha + w \dots \dots \dots (46),
 \end{aligned}$$

при чем $L_2 = v_{max} \cdot t_2$ есть величина пути при равномерном движении.

Следовательно:

$$M_{St_3} = W_3 \cdot R = [(Q + P - 2p(L_1 + L_2)) \sin \alpha + w] \cdot R.$$

Момент, действующий в конце периода замедления, равен статическому моменту, т.е.

$$M_5 = M_{St_4}.$$

Статический же момент в конце периода замедления равен:

$$M_{St_4} = W_4 \cdot R = [(Q - P) \sin \alpha + w] \cdot R.$$

Диаграмма моментов будет иметь такой же вид, как показано, на фиг. 10 только на оси абсцисс должна быть отложена величина пути под'ема L м.

Мощность на окружности барабана (или барабанов) в разные периоды под'ема определяется, как при вертикальных канатных под'емах, и диаграмма мощности будет иметь такой же вид, как и на фиг. 11.

Максимальной будет мощность тоже в конце периода ускорения, N_2 .

Отношение максимальной мощности двигателя к нормальной должно удовлетворять условию (29).

Максимальная нагрузка каната в начале под'ема:

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= \left[Q + G + p \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha + 5 (Q + G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{2R_1} \cos \alpha \right) + \\
 &\quad + \left[\left(\frac{Q + G + P}{g} \right) \sin \alpha + \frac{m'r}{2} \right] p_2 \dots \dots \dots (47)
 \end{aligned}$$

Полное напряжение каната по ур. (31).

Действительный запас прочности каната определяется по ур. (32) и должен быть не менее 5.

Остановимся несколько подробнее на выборе наклона моста. Вопрос о выборе угла наклона моста всякий раз может быть правильно решен только после тщательного рассмотрения и суммирования всех влияющих на него факторов, из которых главнейшими являются следующие:

- a) мощность двигателя лебедки;
- b) спокойная работа под'ема;
- c) местонахождение лебедки;
- d) способ подачи загружаемых материалов в под'емные вагонетки;

е) конструкция засыпного аппарата;

ж) стоимость моста.

Говоря о мощности двигателя мы будем иметь в виду нормальную мощность, которая по ур. (21) будет:

$$N_n = \frac{W \cdot v_{max}}{75 \cdot \eta} \text{ л. с.}$$

Средняя величина общего статического усилия по ур. (44):

$$W = Q \sin \alpha + 5(Q + 2G + P) \left(\mu \frac{r_1}{R_1} + \frac{f}{2R_1} \right) \cos \alpha,$$

и если мы вычислим величину W при одних и тех же величинах Q , G и P но при разных величинах угла наклона моста α , и отложим в качестве абсцисс величину угла α , а в качестве ординат соответствующие величины W , то получим кривую (кривая W на фиг. 25¹⁾), которая показывает, что с увеличением угла α , средняя величина общего статического усилия увеличивается.

Максимальная скорость подъема, согласно ур. (22), (34) и (35), может быть представлена в следующем виде:

$$v_{max} = k \frac{h}{t \cdot \sin \alpha},$$

где $k = 1,15 - 1,40$, $h = h_1 + h_2$ — высота подъема [см. ур. (34)]. При одних и тех же величинах k , h и t скорость v_{max} будет изменяться с изменением угла наклона моста α , и мы получаем кривую (кривая v_{max} на фиг. 25), которая показывает, что с увеличением угла α максимальная скорость уменьшается.

Числитель формулы для величины нормальной мощности состоит из произведения двух сомножителей, величина которых, как мы видим, изменяется с изменением угла наклона моста α , следовательно и нормальная мощность двигателя тоже будет изменяться, и мы опять получаем кривую (кривая N на фиг. 25), которая показывает, что нормальная мощность двигателя уменьшается с увеличением угла α .

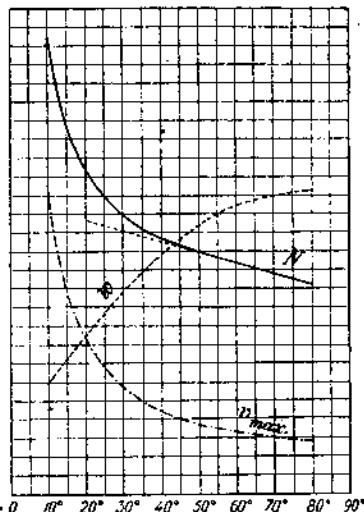
Итак, при одних и тех же величинах Q , G , P , k , h и t , нормальная мощность двигателя уменьшается с увеличением угла наклона моста.

Вместе с тем необходимо обращать внимание на то, чтобы подъемная вагонетка имела такое положение на наклонном мосту, чтобы центр тяжести ее, как нагруженной каждым из поднимаемых материалов, так и порожней лежал на вертикали, проходящей между передней и задней осью. Если в каком нибудь случае центр тяжести будет лежать на вертикали, выходящей за заднюю ось, то возникает момент, стремящийся опрокинуть вагонетку вокруг задней оси. Величина этого момента:

$$M = (Q + G) a,$$

где Q — полезный груз, G — собственный вес вагонетки и a — плечо силы $Q + G$ относительно задней оси вагонетки.

¹⁾ На диаграмме фиг. 25 ошибочно обозначено w вместо W .



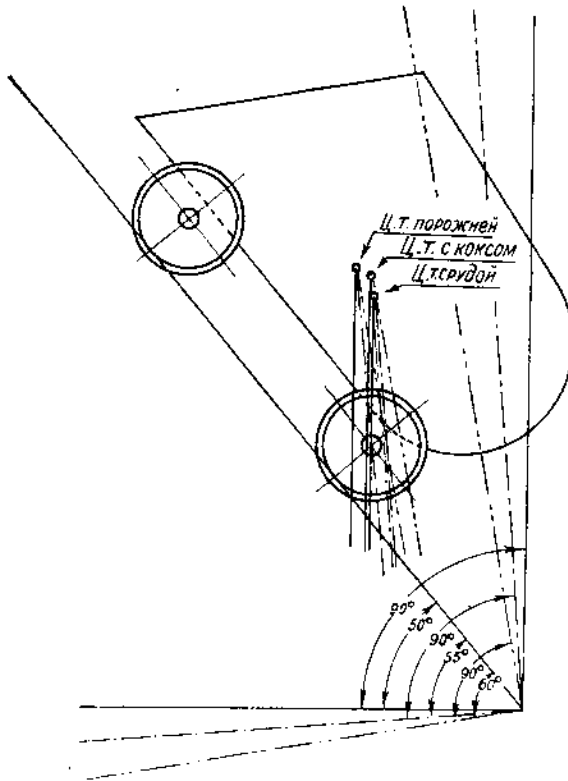
Фиг. 25. Кривые изменения величины общего статического усилия (W), максимальной скорости (v_{max}) и нормальной мощности двигателя (N) при разной величине угла наклона моста.

Для предотвращения опрокидывания вагонетки и возможного, вследствие этого, схода ее с рельс прокладывают контр-рельсы, чем, однако, вопрос не решается окончательно, ибо возникают новые обстоятельства.

При существовании контр-рельс, стремление вагонетки опрокинуться, прижимая передние колеса к контр-рельсам, вызовет дополнительное сопротивление движению, равное:

$$W_0 = \frac{5(Q+G) \cdot a}{b} \left(\mu \frac{r_1}{R_1} \cos \alpha + \frac{f}{R_1} \cos \alpha \right),$$

здесь b —горизонтальное расстояние между осями вагонетки на мосту. Это дополнительное сопротивление движению, конечно, должно увеличить мощность двигателя.



Фиг. 26. Положение центра тяжести вагонетки относительно задней оси при разной величине угла наклона моста.

Кроме того, при стремлении вагонетки опрокинуться опоры d у вагонетки (фиг. 22) будут опираться на тяги c , чем, с одной стороны будет задерживаться опрокидывание, с другой стороны будут передаваться на канат толчки, это последнее обстоятельство, а также и то, что при подеме вагонетки, стремящейся опрокинуться, передние колеса ее будут бить по рельсам, вызовет толчки в лебедке и сотрясения моста, и работа подема будет беспокойной.

Вообще же следует иметь в виду, что чем больше угол наклона моста, тем труднее удержать вертикаль через центр тяжести между осями вагонетки.

На фигуре 26 показан пример вагонетки на наклонном мосту и положение центра тяжести как порожней, так и при нагрузке рудой и коксом. При угле наклона моста в 50° вертикаль через центр тяжести при нагрузке рудой проходит уже через заднюю ось; при угле наклона в 55° вертикаль через центр тяжести при нагрузке рудой и

коксом, а при угле в 60° и при порожней вагонетке выходит за заднюю ось. Следовательно, рациональным с рассматриваемой точки зрения будет угол наклона моста не более 50° . С другой стороны, если мы посмотрим на кривую N на фиг. 25 (кривые на фиг. 25 и вагонетка на фиг. 26 изображены для одного и того же подема), то заметим, что, при угле наклона менее 50° , кривая резко повышается, а следовательно мощность, двигателя увеличивается. Поэтому, вообще, для данного подема самым рациональным будет угол в 50° .

Далее, помещение лебедки под мостом может требовать, при одной и той же высоте подема, меньшего угла наклона моста.

Подача загружаемых материалов в подъемные вагонетки иногда может обусловить более длинный мост с целью более тесного соединения колошника

печи с закромами, вследствие чего, при одной и той же высоте под'ема, угол наклона моста будет меньше.

В зависимости от конструкции засыпного аппарата может быть разная высота под'ема. Так, применение аппарата *Mc Kee* обуславливает большую высоту под'ема, чем она бывает при аппарате *Brown'a*. Следовательно, при одном и том же угле наклона моста, длина его в первом случае будет больше, чем во втором.

Наконец, чем меньше угол наклона моста, тем солиднее должен быть мост и его верхняя опора, и, несмотря на упрощение нижней опоры, стоимость моста будет выше.

Наклонный мост рассчитывается на действие постоянной и подвижной нагрузок. Постоянная нагрузка состоит из собственного веса моста и действия ветра, при чем последнее должно рассматриваться по двум направлениям: в плоскостях ферм моста и перпендикулярно этим плоскостям. Подвижная нагрузка состоит из перемещающихся вдоль моста в противоположных направлениях грузов $(Q + G) \cos \alpha$ и $G \cos \alpha$, где Q — максимальный полезный груз, а G — собственный вес вагонетки. Каждый из этих грузов правильнее считать распределенным только на два задние колеса вагонетки, т.е. давления колес будут:

$$\text{два по } Q_1 = \frac{Q + G}{2} \cos \alpha \text{ и два по } Q_2 = \frac{G}{2} \cos \alpha.$$

При распределении действия подвижной нагрузки на фермы моста, необходимо иметь в виду число их (обыкновенно две или три), а также учитывать момент встречи вагонеток.

Перейдем теперь к рассмотрению эксплуатационной стороны загрузки доменных печей с применением наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками большой емкости.

Задолженность рабочей силы как на обслуживание подачи загружаемых материалов к под'ему, так и для самого под'ема, здесь очень мала — особенно при подаче руды в вагонах-весах и поступлении кокса самотеком из закромов в под'емные вагонетки. Если обслуживание вагона-веса и запоров закромов производится одним машинистом под'ема, то число рабочих может быть всего 2 в смену; если же вышеуказанные обязанности распределяются между двумя лицами, то число рабочих в смену может быть 3.

Стоимость наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками большой емкости, включая стоимость засыпного аппарата с вращающейся воронкой, как можно видеть ниже, сравнительно невысока и может быть названа средней.

Расход энергии на действие под'ема и вращение воронки засыпного аппарата можно считать равным 0,90 — 1,10 киловатт-час. на 1 тонну чугуна.

Шихта нагружается сначала в подачные вагоны (вагоны-веса), из которых высыпается в под'емные вагонетки. Из под'емных вагонеток шихта выгружается в засыпной аппарат на верхний конус (или иной затвор), потом на нижний конус и, наконец, поступает в печь. Следовательно производится 5-ти кратная перегрузка шихты. При устройстве по фиг. 20, т.е. когда кокс из закромов поступает самотеком в под'емные вагонетки, число перегрузок его уменьшается на одну, т.е. до 4-х. Большое число перегрузок шихты явление невыгодное, потому что может вредно отзываться на коксе, особенно если он не отличается крепостью.

В заключение следует отметить, что загрузка доменных печей при помощи наклонных под'емов с опрокидывающимися вагонетками большой емкости, будучи применима, по производительности, для обслуживания самых больших доменных печей, отличается сравнительной простотой устройств и обслуживания и, при рациональных устройствах складов и связи их с под'емами, требует задолженности минимального количества рабочих не только для обслуживания

самих под'емов, но и подачи загружаемых материалов к под'емам. Кроме того, одновременно с возможностью полной автоматичности работы, расход электрической энергии получается небольшим. Стоимость оборудования тоже не является слишком высокой. Наконец равномерное распределение загружаемых материалов в печи, при применении засыпных аппаратов с вращающейся воронкой, дополняет ряд достоинств только что рассмотренной системы загрузки. Однако, необходимо указать и недостатки этой системы, которые заключаются в большом количестве перегрузок шихты и, в случае применения засыпного аппарата *Mc Kee* (а раньше—*Kennedy*), в большой высоте падения шихты в засыпной аппарат. Но, как можно видеть, эти недостатки не являются неразрывно связанными с рассматриваемой системой загрузки и могут быть избегнуты.

Загрузка доменных печей с помощью наклонных под'емов с бадьей с опускающимся днищем, как было сказано, получила свое происхождение тоже в Америке, где впервые она была применена на доменном заводе *Duquesne*. Однако, эта система загрузки не получила распространения у себя на родине, но обратила на себя усиленное внимание в Германии, где и были разработаны существующие в настоящее время несколько вариантов этой загрузки. Различие между отдельными вариантами основывается, главным образом, на деталях наклонного под'ема, как, например на конструкции лебедки и под'емной (грузовой) тележки, на прикреплении к последней под'емного каната и на подвешивании бадьи и ее крышки. Поэтому, чтобы дать представление о загрузке с помощью наклонных под'емов с бадьей, рассмотрим типы наклонных под'емов, применяющиеся при главнейших вариантах. И прежде всего заметим, что наклонные под'емы с бадьей—под'емы простого действия.

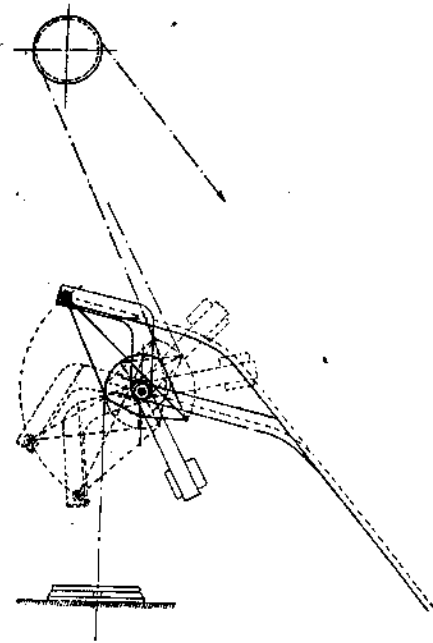
а) *Наклонный под'ем с моторной тележкой и балансиром над колошником* (тип. *Pohlig's*¹⁾). В общем виде (фиг. 27) под'ем состоит из наклонного моста *a*, по нижнему поясу которого передвигается грузовая тележка *b*²⁾, а по верхнему поясу, в противоположном направлении, моторная тележка *c*. Обе тележки соединяются между собой двумя канатами *d*, огибающими на самом верху моста направляющие шкивы *e*. У моторной тележки канаты прикреплены к ее переднему концу, а у грузовой тележки к заднему концу. К грузовой тележке подвешивается под'емная бадья *f* с крышкой, а на моторной тележке помещается один или два электродвигателя, и она служит подвижной лебедкой для грузовой тележки. Движение моторной тележки происходит благодаря тому, что электродвигатель при посредстве двойной зубчатой передачи вращает шестерню, которая сцепляется с проложенной вдоль верхнего пояса моста, посредине его, зубчатой рейкой. Вес моторной тележки уравнивает мертвый вес, движущийся вместе с грузовой тележкой. В верхней части моста, над колошником печи, находится балансир *g*, состоящий из двух, вращающихся на одной оси, двуплечих рычагов, при чем одно плечо каждого рычага сделано с изгибом, а другое плечо—прямое и нагружено противовесом. Рельсовый путь грузовой тележки перед балансиром разветвляется, при чем главный путь изгибается в сторону печи и подходит к оси балансира, между тем как другой вспомогательный путь, изгибаясь выше главного—тоже в сторону печи, подходит к изгибу ненагруженных плеч балансира, которые, имея рельсы, составляют как бы продолжение вспомогательного пути. Управление движением моторной тележки производится из будки *h*, в которой и находится машинист под'ема.

Принцип действия под'ема следующий. Перед началом под'ема грузовая тележка находится в нижней части моста, а моторная—в верхней части. При движении моторной тележки вниз, грузовая тележка с наполненной загруз-

¹⁾ J. Pohlig, A. G. Köln—Zollstock (Германия).

²⁾ На фиг. 27 грузовая тележка показана в двух положениях.

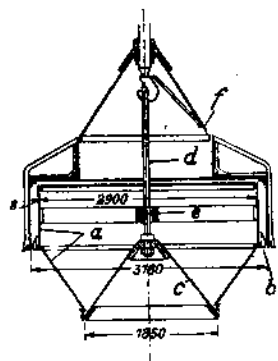
Одновременно с вращением грузовой тележки подвешенная к ней бадья опускается на колошник, пока не сядет на засыпной аппарат. Затем днище бадьи опускается, и загружаемый материал высыпается в печь. После того, как бадья опорожнилась, моторная тележка начинает движение вверх, и канаты ослабляются. Вследствие этого противовесы балансира поворачивают его с грузовой тележкой в начальное положение, и бадья снимается с колошника. Когда балансир примет свое начальное положение, грузовая тележка начнет опускаться по мрсту, и в момент прихода моторной тележки в верхнее конечное положение опустится к основанию под'ема, после чего процесс повторяется.



Фиг. 28. Схема вращения балансира и грузовой тележки над колошником.

Под'емная бадья наиболее часто применяющейся при рассматриваемом типе под'емов формы показана на фиг. 29. Корпус *a* бадьи склепывается из котельного железа. К цилиндрической части корпуса приклепывается опорное кольцо *b*, которым бадья ставится на засыпной аппарат печи. Кольцо—литое стальное. Днище бадьи *c* имеет коническую форму и не приделывается к корпусу, а соединяется посредством стальной втулки с одним концом стального стержня *d*, другой конец которого имеет ушко для подвешивания бадьи к стержню грузовой тележки. Для сохранения вертикального положения стержня *d*, последний поддерживается еще втулкой *e* с распорками. Бадья закрывается крышкой *f*, роль которой заключается в устранении прорыва газов в момент

засыпки материалов в печь при опущенном днище бадьи. Крышка подвешивается к грузовой тележке независимо от бадьи и может плотно передвигаться по стержню грузовой тележки. Во время под'ема бадьи на колошник, она не покрывается крышкой, и только перед посадкой бадьи на засыпной аппарат печи крышка опускается на бадью и в момент разгрузки бадьи покрывает ее, опираясь своими краями не на бадью, а непосредственно на засыпной аппарат. При под'еме бадьи с колошника, крышка опять снимается с нее, и бадья опускается непокрытой к основанию под'ема, благодаря чему колошниковые газы, собравшиеся в бадье при засыпке, могут рассеяться, прежде чем бадья опустится вниз. Конечно, как конструкция бадьи, так и крышки в деталях может быть и несколько иной. Так, опорное кольцо может быть из углового железа и быть приклепано не к цилиндрической части корпуса, а к конической; подвешивание стержня бадьи к стержню грузовой тележки может производиться иным способом; крышка может иметь несколько более узкую форму и, при покрытии бадьи, опираться на ее края.



Фиг. 29. Под'емная бадья (Масштаб 1:100).

Грузовая тележка—железная клепанная, на четырех колесах, при чем, как было сказано, передние колеса имеют обод двойной ширины. С осью задних колес тележки совпадает ось прочно соединенной с тележкой сегментообразной

части, к которой прикреплена цепь *Галля*, на которой висит стержень для подвешивания бадьи. Что же касается подвешивания к грузовой тележке крышки, то оно может быть выполнено двояко. При одном выполнении, по обе стороны неподвижного сегмента имеются два вращающиеся сегмента, к которым на двух цепях *Галля* и подвешивается крышка. Если эти сегменты опустить, то цепи сматываются и крышка опускается на бадью; при обратном поворачивании сегментов, крышка снимается с бадьи. Поворачивание сегментов производится посредством действия особых направляющих на приделанные к сегментам ролики. При другом выполнении, для подвешивания крышки имеется один червячный шкив, благодаря которому, при опускании бадьи на колошник, крышка опускается скорее, а при под'еме бадьи с колошника, крышка опять скорее снимается с нее.

Благодаря конструкции грузовой тележки и балансира, они вместе образуют над колошником двуплечий рычаг, свободно вращающийся около оси балансира, к одному плечу которого подвешена бадья, а к другому плечу, в качестве противовеса ей, противовесы балансира. Устройство должно быть таково, чтобы не происходило резкого поворачивания балансира, а следовательно и порывистого опускания бадьи, могущего вызвать удар ее о засыпной аппарат. Вообще же вес противовесов балансира должен быть таков, чтобы с помощью их можно было снять с колошника бадью, наполненную рудой.

Моторная тележка (фиг. 30) — железная, на четырех колесах. Двигатель питается током от протянутых над мостом вдоль всего пути движения тележки контактных проводов. Имея в виду, что одним из важнейших факторов, влияющих на работу под'ема, при загрузке с помощью бадьи с опускающимся днищем, является хорошее распределение, допускающее равномерное изменение скорости и уменьшающее этим путем раскачивание бадьи, при рассматриваемом типе под'ема, а равно и при других под'емах с бадьей с отпускающимся днищем применяется главным образом, распределение *Leonard'a*. На тележке имеются рабочие и запасный тормоз. Чтобы предотвратить слишком большую скорость во время опускания бадьи на колошник, в будке машиниста имеется центробежный контакт, посредством которого приводится в действие запасный тормоз для остановки под'ема.

Канаты для под'ема применяются проволочные, круглые, двойной свивки, как нормального типа, так и трехгранно-прядевые.

Засыпной аппарат на колошнике печи имеет очень простое устройство: это не что иное, как простой аппарат *Parry*—воронка, закрываемая конусом. Конус снабжен противовесами. При завалке, как было сказано, бадья садится опорным кольцом на засыпной аппарат, и днище бадьи, опустившись под действием веса находящегося в бадье материала, нажмет вниз запорный конус, и содержимое бадьи через образовавшееся кольцевое пространство равномерно выгрузится в печь, после чего запорный конус, под действием противовесов, поднимется и запрет печь. Чтобы во время завалки, т. е. при опущенных днище бадьи и запорном конусе, колошниковые газы не могли вырваться через бадью, и служит в качестве второго запора крышка бадьи.

Полезный груз Q за один под'ем, при рассматриваемом типе под'ема, до 10.000 кг.



Фиг. 30. Моторная тележка наклонного колошникового под'ема типа *Pohlitz'a*.

Мертвый груз G здесь состоит из грузовой тележки, приспособления для подвешивания бады и крышки и последних. Отношение отдельных весов к весу полезного груза следующее:

грузовая тележка	0,700—0,810
приспособление для подвешивания бады и крышки	0,064—0,075
бадя	0,536—0,633
крышка	0,310—0,333

Отношение мертвого груза к полезному

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 1,60—1,85 \quad (48)$$

Вес моторной тележки

$$G_1 = Q \text{ до } Q \div 0,1 Q \quad (49)$$

В таблице 7 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных наклонных под'емов разсматриваемого типа.

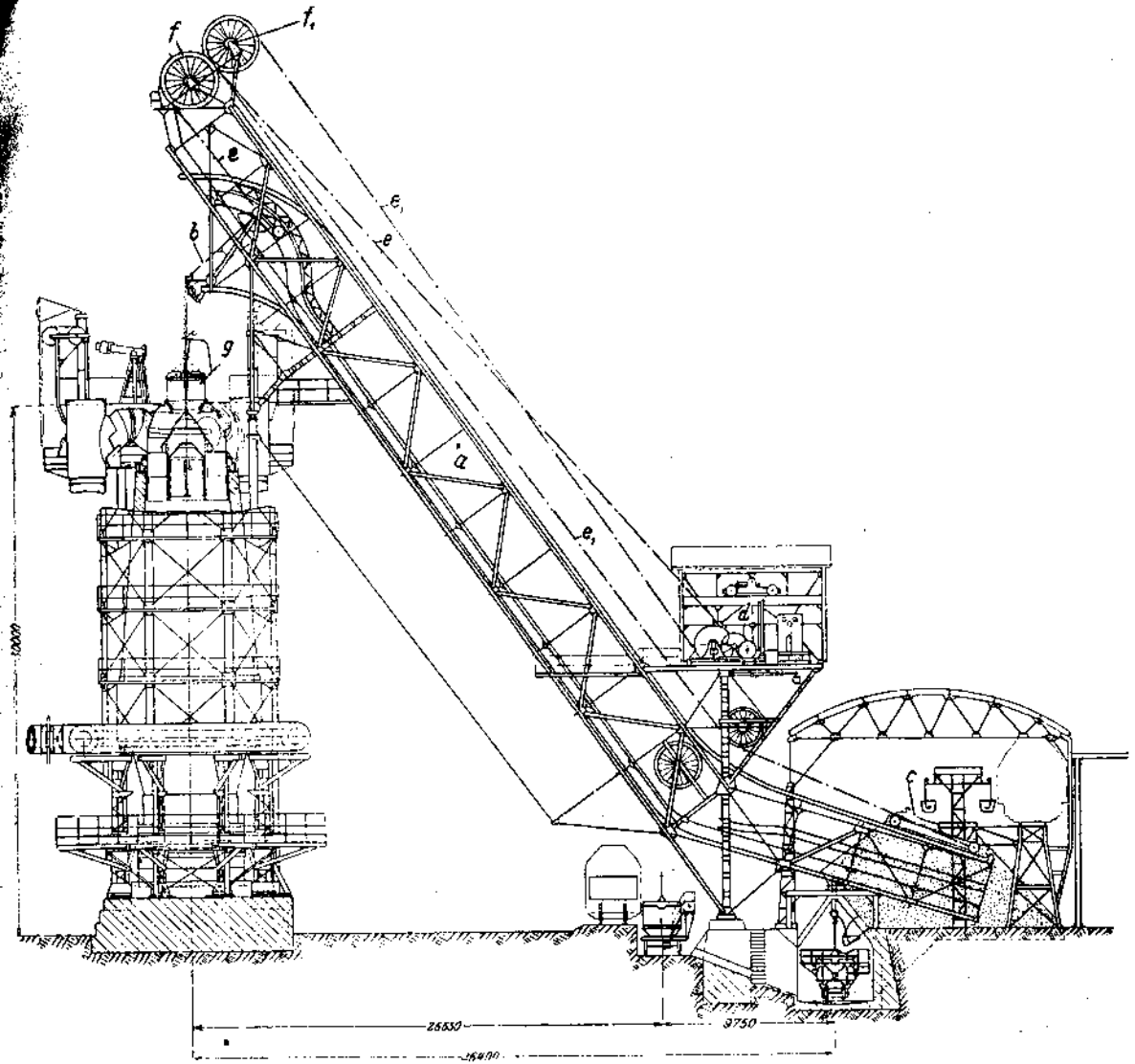
б) *Наклонный под'ем с рычажной грузовой тележкой и противовесом (тип Stähler-Demag¹⁾)*. Под'ем в общем виде (фиг. 31) состоит из наклонного моста a , по нижнему поясу которого передвигается грузовая тележка b , а по верхнему поясу, в противоположном направлении, противовес c . Движение грузовой тележки и противовеса производится с помощью лебедки d и канатов ee_1 , огибающих наверху моста направляющие шкивы f, f_1 . У грузовой тележки и у противовеса канаты прикреплены к заднему концу. К грузовой тележке подвешивается под'емная бадя g с крышкой. Рельсовый путь грузовой тележки над колошником разветвляется, при чем главный путь изгибается в сторону печи, между тем как примыкающий у места разветвления к главному пути вспомогательный путь с более широкой колеей, изгибаясь выше главного пути тоже в сторону печи, образует дугу круга, центр которой лежит в конечном пункте главного пути.

Принцип действия под'ема следующий. Наполненная загружаемым материалом бадя подвешивается к находящейся в нижней части моста грузовой тележке, после чего последняя поднимается вверх и, поднявшись до разветвления пути, передними колесами продолжает двигаться по главному пути, а задними колесами, имеющими обод двойной ширины, переходит на дугообразный вспомогательный путь, благодаря чему тележка опрокидывается вокруг оси передних колес таким же способом, как это происходит при наклонных под'емах с опрокидывающимися вагонетками большой емкости. При опрокидывании грузовой тележки подвешенная к ней бадя опускается на колошник и садится на засыпной аппарат, после чего производится засыпка поднятого материала в печь таким же способом, как и при рассмотренных выше под'емах типа *Pohlig'a*. Чтобы опрокидывание грузовой тележки, а вместе с ним и опускание бады на колошник происходило плавно, а также, чтобы, после того как бадя опорожнилась и, вследствие вращения лебедки в обратном направлении, канаты ослаблены, грузовая тележка могла плавно повернуться на главный путь,—к заднему концу ее приделан противовес. Вес этого противовеса должен соответствовать его назначению. После того, как тележка с порожней бадьей повернется обратно на главный путь, она опускается вниз, где порожняя бадя заменяется нагруженной, и процесс повторяется.

Устройство под'емной бады здесь такое же, как и при рассмотренных выше под'емах типа *Pohlig'a*, только соотношение размеров здесь иногда бывает

¹⁾ Deutsche Maschinenfabrik—A. G. Duisburg (Германия).

несколько иное, а именно, если d —диаметр цилиндрической части корпуса и h —его полная высота, то $\frac{h}{d} = 0,75 - 1,0$. Кроме того крышка здесь плоская и имеет в середине большое отверстие, которым она надвигается на заплечик на стержне бады и вместе с ним образует уплотнение.

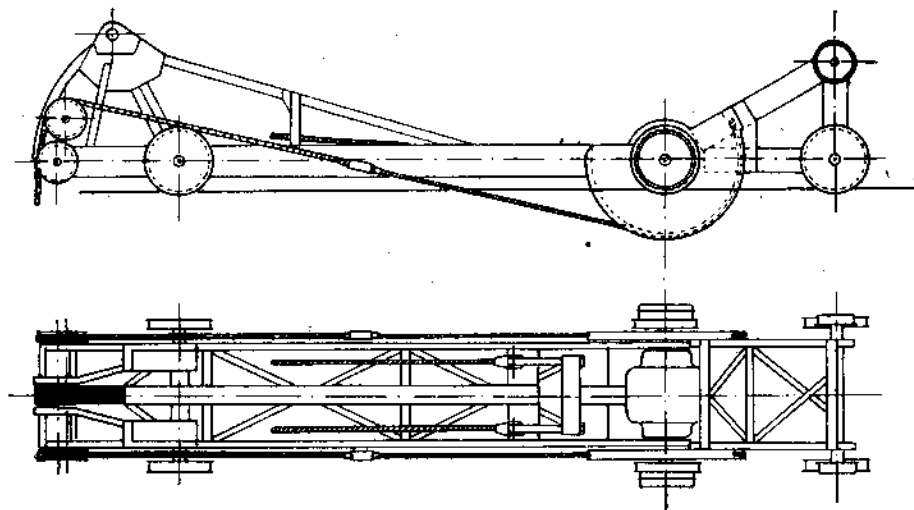


Фиг. 31. Наклонный подъем для загрузки при помощи бады с рычажной грузовой тележкой и противовесом (тип *Stähler-Demag*) (Масштаб 1 : 400).

Грузовая тележка имеет устройство, показанное на фиг. 32, и состоит в сущности из двух частей—главной и вспомогательной. Остов тележки склепан из сортового железа и в главной части имеет две оси с четырьмя колесами, при чем, как было сказано, задние колеса имеют обод двойной ширины. С осью передних колес совпадает ось сегментообразной части, к которой прикреплена цепь *Галля*, на которой висит стержень с крюком для подвешивания бады.

На оси задних колес находится вышеупомянутый противовес и, кроме того, на ней шарнирно укреплена вспомогательная часть тележки с двумя сегментообразными дисками и двумя осями, из которых одна имеет два ходовые колеса, а другая—два направляющие. К сегментам при помощи канатов—цепей подвешивается крышка. При движении грузовой тележки по наклонному пути ось вспомогательной части тележки составляет одну прямую с осью главной части, а при входе грузовой тележки на разветвление пути ось вспомогательной части стремится занять положение, перпендикулярное к оси главной части (см. фиг. 31), благодаря чему сегменты поворачиваются на задней оси главной части тележки, и крышка опускается на бадью. После завалки, при обратном вращении грузовой тележки, сегменты поворачиваются в обратную сторону, и крышка снимается с бадьи. Опускание и поднятие крышки совершается быстрее чем бадьи.

Вследствие своей конструкции, грузовая тележка образует над колошником неравноплечий рычаг, вращающийся около оси передних колес, к короткому



Фиг. 32. Грузовая тележка наклонного колошниковою под'ема *Stähler-Demag* (Масштаб 1:92).

плечу которого подвешена бадья, а к длинному прикреплены под'емные канаты. Такое устройство имеет целью опять получить более плавное опускание бадьи.

Передвигающийся по верхнему поясу моста противовес обыкновенно представляет из себя массивный чугунный остов с двумя осями на четырех колесах.

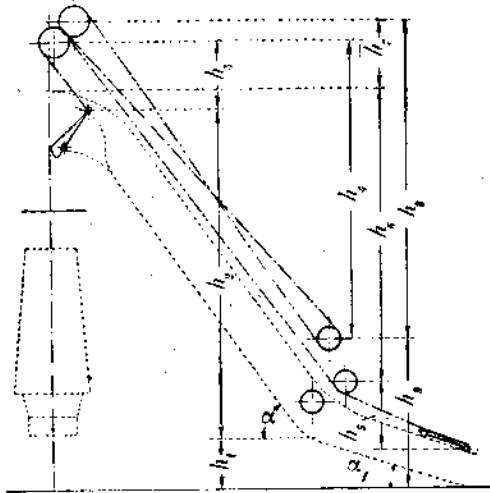
Канаты—проволочные круглые двойной свивки, нормального типа или трехгранно-прядевые.

Засыпной аппарат имеет такое же устройство, как и при рассмотренных выше под'емах типа *Pohlig'a*.

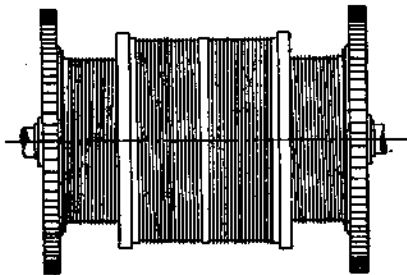
При показанном на фиг. 31 устройстве под'ема, можно поднимать бадью с двух различных мест. Для этой цели в самой нижней части моста путь грузовой тележки имеет полого-наклонное направление. Соответственно этому устроен и путь передвигающегося по верхнему поясу моста противовеса. Когда грузовая тележка с бадьей переходит на нижний полого-наклонный участок, противовес на верхнем конце моста переходит на искривленный в сторону печи путь, благодаря чему, получается более равномерное уравнивание мертвого груза. Точно так же, когда грузовая тележка в верхней части моста переходит на разветвление пути, противовес внизу переходит на полого-наклонный путь. Следовательно действие противовеса должно проявляться, главным образом, при движении грузовой тележки на круто-наклонном пути.

Вообще устройство под'ема с полого-наклонным участком пути у нижнего конца под'емного моста дает возможность поднимать бадью с 2 или 3 различных мест.

Иногда под'ем устраивают так, чтобы можно было поднимать бадью с 5 и даже более мест. Для этой цели наклонный мост в нижней части получает соответствующей длины горизонтальный участок. Так как по этому участку грузовая тележка уже не может двигаться под действием своего веса, то движение ее производится с помощью действующего от лебедки контр-каната. Таким образом, движение грузовой тележки как на колошник, так и с колошника, на нижнем участке производится принудительно с помощью канатов. Чтобы канаты, при изменяющемся наклоне пути грузовой тележки, всегда были натянуты, контр-канат на самом конце горизонтального участка огибает натяжной шкив с подвешенным к нему грузом. Строго говоря рельсовый путь на горизонтальном участке может быть не совсем прямым, потому что на местах взятия бадьи путь устраивают с вертикальными изгибами, посредством которых передний конец грузовой тележки и вместе с ним бадья поднимаются и опускаются приблизительно на 100 мм. Но так делают не всегда. Часто делают путь прямым, а грузовую тележку с бадьей просто останавливают на местах взятия бадьи и опускают бадью или берут ее посредством под'ема и опускания платформы вагона, подающего бадью к под'ему. Здесь также движение противовеса должно происходить в таком



Фиг. 33. Схема направления канатов при наклонном колошниковом под'еме типа *Stähler-Demag* с полого-наклонным нижним участком.



Фиг. 34. Двуступенчатый барабан лебедки наклонного колошникового под'ема типа *Stähler-Demag* с коротким горизонтальным участком (Масштаб 1:90).

порядке, что-бы он действовал только в то время, когда грузовая тележка находится на круто-наклонном пути. Относительные движения грузовой тележки и противовеса достигаются посредством особой конструкции барабана лебедки.

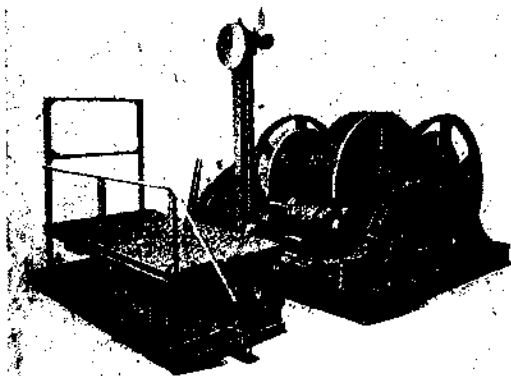
При устройстве под'ема показанном на фиг. 31, конструкция барабана лебедки обыкновенная. На фиг. 33 показано направление канатов при этом устройстве под'ема.

При устройстве под'ема с горизонтальным участком, конструкция барабана лебедки выбирается в зависимости от длины горизонтального участка.

При небольшой длине горизонтального участка барабан лебедки делают двуступенчатым, как показано на фиг. 34, и обходятся без контр-каната. Отношение диаметров ступеней 2,5:2. Ступень с большим диаметром служит для канатов грузовой тележки, а ступень с меньшим диаметром для канатов противовеса. Благодаря такой конструкции барабана, скорость движения противовеса менее скорости движения грузовой тележки, а следовательно, путь его будет менее пути грузовой тележки и в общем виде будет таким же, как показано на фиг. 31. Направление канатов будет аналогичным с показанным на фиг. 33.

При большой длине горизонтального участка конструкция барабана берется или а) такой, чтобы, когда грузовая тележка движется по горизонтальному участку, движение находящегося в верхней части моста противовеса совершенно прекращалось, или б) такой, чтобы противовес двигался во все время движения грузовой тележки, но только путь движения его был менее пути движения грузовой тележки.

При конструкции а), которая может иметь место в том случае, когда для под'ема грузовой тележки применяется только один под'емный канат, барабан лебедки состоит из трех частей, как показано на фиг. 35. Направление канатов показана на фиг. 36. Средняя часть барабана служит для под'емного каната, который от лебедки идет сначала по направляющему шкиву в верхней части моста, затем по находящемуся на грузовой тележке обводному шкиву

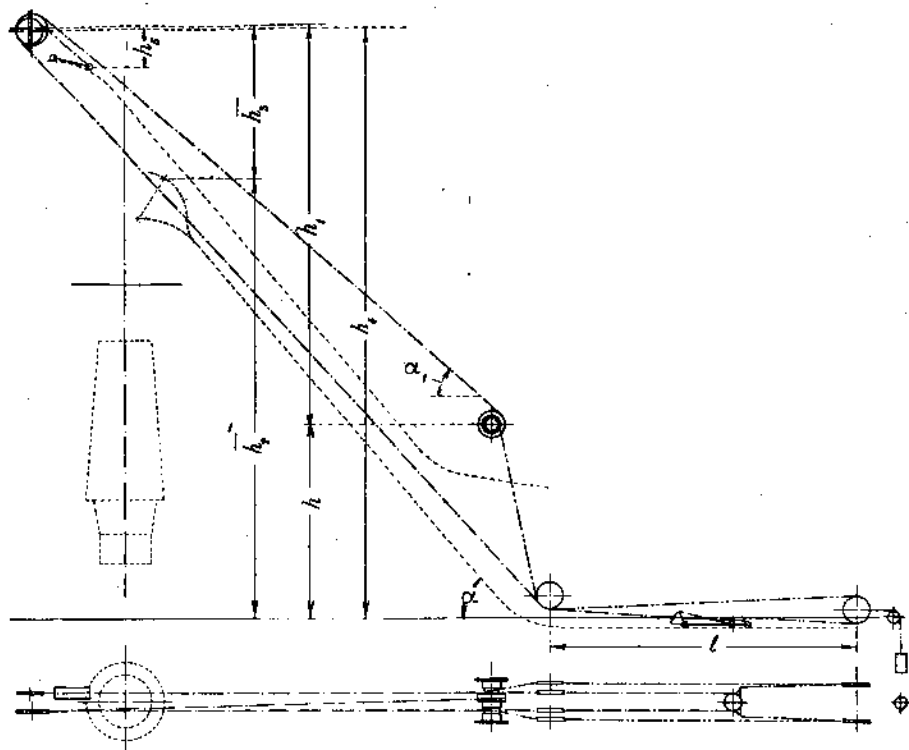


Фиг. 35. Лебедка с барабаном, состоящим из трех частей, для наклонного колошниково-го под'ема типа *Stähler-Demag* с длинным горизонтальным участком.

и отсюда по второму направляющему шкиву в верхней части моста к противовесу, к которому и прикрепляется. Крайние части барабана служат для контр-канатов, которые от лебедки идут по натяжным шкивам на конце горизонтального пути и прикреплены к грузовой тележке. Все три части барабана прочно соединены между собой. Каждая часть имеет две ступени с разным диаметром. Диаметр одной ступени у всех трех частей одинаков. Ступени с одинаковым диаметром служат одновременно, когда грузовая тележка движется по наклонному пути. Во время опрокидывания грузовой тележки, на колошнике действие противовеса прекращается благодаря тому, что он переходит вниз на полого-наклонный путь. Грузовая тележка и противовес в это время двигаются с одинаковой скоростью. Другие ступени частей барабана имеют разный диаметр, а именно у средней части для под'емного каната диаметр увеличивается, а у крайних частей для контр-канатов, напротив, уменьшается, при чем ступень средней части барабана имеет вдвое больший диаметр, чем ступень крайних частей. Эти ступени служат для канатов при переходе грузовой тележки на нижний горизонтальный путь. При этом под'емный канат, сматываясь со ступени с меньшим диаметром, наматывается на ступень с большим диаметром, а контр-канаты наоборот. Отношение скоростей грузовой тележки на горизонтальном и наклонном путях равно отношению меньшего диаметра к большему у крайних частей барабана. Напротив, под'емный канат получает скорость вдвое большую, чем тянущие грузовую тележку контр-канаты. Но так как под'емный канат огибает находящийся на грузовой тележке обводной шкив, то противовес остается в покое. Переход канатов с одной ступени на другую происходит по спиральным желобкам.

При конструкции б), которая может иметь место в том случае, когда для под'ема грузовой тележки применяются два каната, барабан лебедки состоит из четырех частей, как показано на фиг. 37. Две средние части одинакового диаметра служат для канатов грузовой тележки и контр-канатов, а две крайние части, имеющие по две ступени с диаметром разной величины, служат для канатов противовеса. Канаты для грузовой тележки идут по направляющим шкивам в верхней части моста и прикрепляются к задней части тележки. Контр-канаты идут от лебедки по натяжным шкивам и прикрепляются тоже

к задней части грузовой тележки. Канаты для противовеса идут от лебедки по направляющим шкивам в верхней части моста и прикрепляются к задней



Фиг. 36 а—б. Схема направления канатов при барабане лебедки, состоящем из трех частей (Stähler—Demag).

части противовеса. При движении грузовой тележки по наклонному пути для канатов противовеса служат ступени с большим диаметром, а при движении грузовой тележки по горизонтальному пути служат ступени с меньшим диаметром. Вследствие изменения диаметров навивки канатов для противовеса, изменяется и скорость движения последнего, т.е. она уменьшается, когда грузовая тележка движется по горизонтальному пути. Результатом уменьшения скорости противовеса является уменьшение проходного им пути. Переход канатов противовеса с одной ступени на другую происходит по спиральным желобкам.

При описании общего устройства наклонного под'ема типа Stähler-Demag, было сказано, что противовес передвигается по верхнему поясу моста. Однако иногда строят под'емы этого типа с противовесом, движущимся в особой вертикальной башне, находящейся приблизительно в середине моста.



Фиг. 37. Лебедка с барабаном, состоящим из четырех частей, для наклонного колошниково-го под'ема типа Stähler-Demag с длинным горизонтальным участком.

Полезный груз Q за один подъем, при рассматриваемом типе под'ема, до 14000 кгр.

Мертвый груз G здесь также состоит из грузовой тележки, приспособления для подвешивания бадьи и крышки и последних. Отношение отдельных весов к весу полезного груза следующее:

грузовая тележка	1,092—1,267
приспособление для подвешивания бадьи и крышки	0,063—0,100
бадьи	0,331—0,633
крышка	0,231—0,300

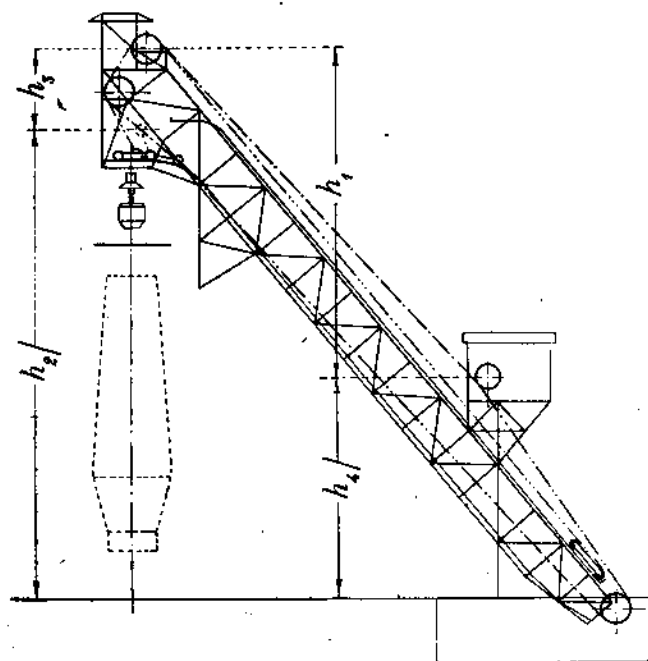
Отношение мертвого груза к полезному

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 1,7 - 2,3 \dots \dots \dots (50)$$

Вес противовеса

$$G_1 = G \text{ до } G + 0,5Q \dots \dots \dots (51)$$

В таблице 8 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных под'емов рассматриваемого типа.



Фиг. 38. Наклонный под'ем для загрузки при помощи бадьи с грузовой тележкой с серьгой и с противовесом (тип (Küppers-Tigler) (Масштаб 1:600).

с) Наклонный под'ем с грузовой тележкой и с противовесом (тип Küppers—Tigler¹⁾). Под'ем в общем виде показан на фиг. 38. Существенным отличием этого под'ема является конструкция грузовой тележки. Последняя (фиг. 39) состоит из рамы с двумя осями и четырьмя ходовыми колесами, на задней оси которой помещается могущая вращаться серьга. К свободному концу серьги прикреплены под'емный и контр-канаты, из которых первый от тележки идет по направляющему шкиву в верхней части наклонного моста к лебедке, а последние идут тоже к лебедке, но по направляющим шкивам в нижней части моста. В середине тележки прикреплены два каната, которые идут по направляющим шкивам в верхней части

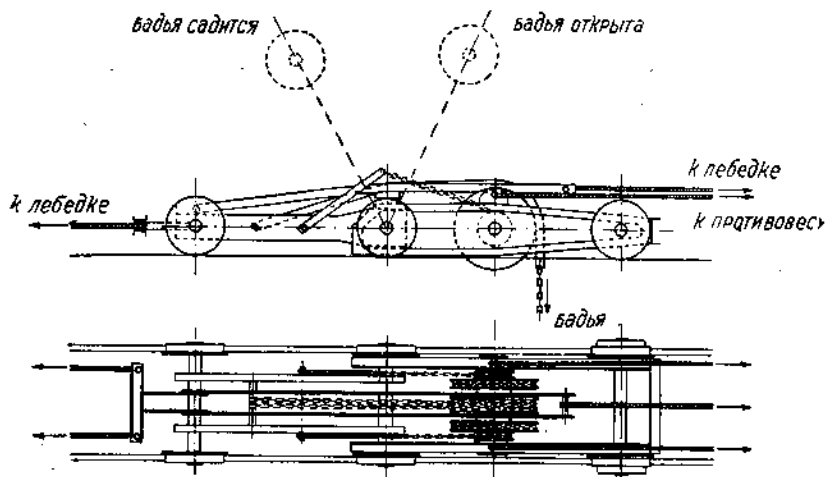
моста к противовесу, передвигающемуся по верхнему поясу моста. В определенном месте серьги, близ ее свободного конца, прикреплена цепь, которая идет по шкиву, укрепленному в раме тележки, и служит для подвешивания бадьи.

Когда грузовая тележка останавливается в конечном положении над колошником, серьга под действием тяги каната от все еще вращающейся лебедки поворачивается в направлении под'ема. Благодаря этому отпускается цепь, на которой подвешена бадьи, и последняя опускается на колошник.

¹⁾ Maschinenbau A. G. Tigler, Duisburg—Meiderich a/R (Германия).

При обратном движении контр-канаты тянут сначала только серьгу; тележка же до тех пор, пока вся система не выпрямится, удерживается противовесом. С движением серьги над колошником связаны посредством цепей и цепных шкивов опускание и подъем крышки бабья. Смотывающиеся цепи опускают крышку сначала быстрее, чем опускается бабья, пока она не покроет последнюю.

Направление движения тележки над колошником производится с помощью двойной ширины обода передних колес.



Фиг. 39. Грузовая тележка наклонного колошниково-го под'ема типа Kupperts-Tigler (Маштаб 1:90).

Полезный груз Q за один под'ем, при этом типе под'ема, до 16.000 кгр.
Отношение мертвого груза к полезному

$$\lambda = \frac{Q}{Q} = 1,0 - 1,2 \dots \dots \dots (52),$$

при чем отношение отдельных весов к весу полезного груза следующее:

грузовая тележка	0,47—0,53
приспособление для подвешивания бабьи и крышки	0,07—0,075
бабья	0,30—0,32
крышка	0,18—0,20

Вес противовеса

$$Q_1 = G \text{ до } G + 0,5Q \dots \dots \dots (51)$$

d) Наклонный под'ем с лебедкой с двумя барабанами — для под'ема и передвижения и с противовесом (тип М.А.Н. ¹⁾). Общий вид под'ема показан на фиг. 40. Отличительным свойством этого под'ема является лебедка с двумя барабанами, выполняющими разные функции. Под'ем и опускание бабьи ²⁾ у мест взятия и над колошником производится с помощью каната, действующего от одного барабана, а передвижение грузовой тележки — по наклонному мосту с помощью другого каната, действующего от другого барабана. Бабья подвешивается к подвижному блоку полиспаста, неподвижный блок которого помещен на оси передних колес грузовой тележки. Канат, на котором подвешивается бабья, от грузовой тележки идет по направляющему шкиву, в нижней части

¹⁾ Maschinenfabrik Augsburg—Nürnberg, A. G. Nürnberg (Германия).

²⁾ Крышка сохраняет неизменное положение относительно бабьи.

баном для под'ема. Под'ем и опускание бадьи на колошнике и у мест взятия производится при отцепленном барабане для передвижения, как было сказано, посредством барабана для под'ема, при чем посредством наматывания или сматывания каната для под'ема подвижной блок полиспаста, к которому подвешена бадья, поднимается или опускается. Расположение канатов для под'ема бадьи и передвижения тележки на обоих барабанах таково, чтобы после сцепления обоих барабанов канат для под'ема сматывался бы с барабана или наматывался бы на него настолько, насколько канат для передвижения наматывался бы на барабан или сматывался бы с него. Благодаря этому, во время движения грузовой тележки вверх или вниз, бадья сохраняет свое положение неизменным по отношению к тележке.

Полезный груз Q за один под'ем, при этом типе под'ема, до 18.000 кгр.

Отношение мертвого груза к полезному:

$$\lambda = \frac{Q}{Q} = 1,0 - 1,1 \quad (53)$$

Вес противовеса:

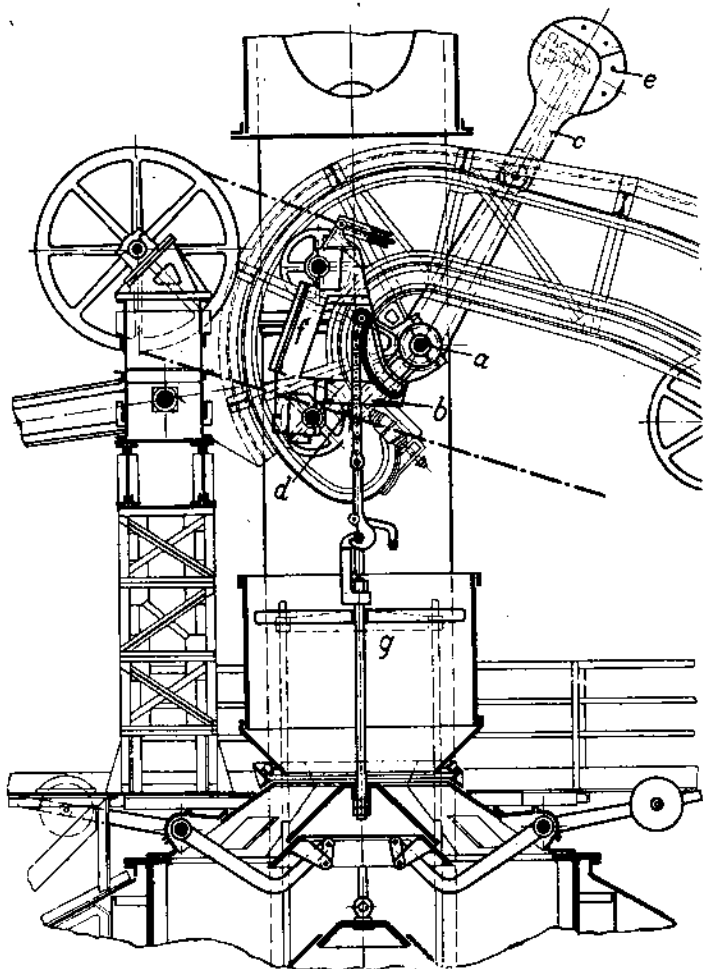
$$G_1 = G \text{ до } G + 0,5Q \quad (51)$$

В таблице 9 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных под'емов рассматриваемого типа.

Если бадью необходимо поднимать не более, как с 3 разных мест, то нижняя часть моста может быть сделана с полого-наклонным участком, как это имеет место на фиг. 31.

е) *Наклонный под'ем с балансиром над колошником и с противовесом (тип юрн. инж. Н. Н. Гоюцкою).* Этот под'ем отличается, главным образом, устройством верхней части наклонного моста, снабженной особой формы балансиром.

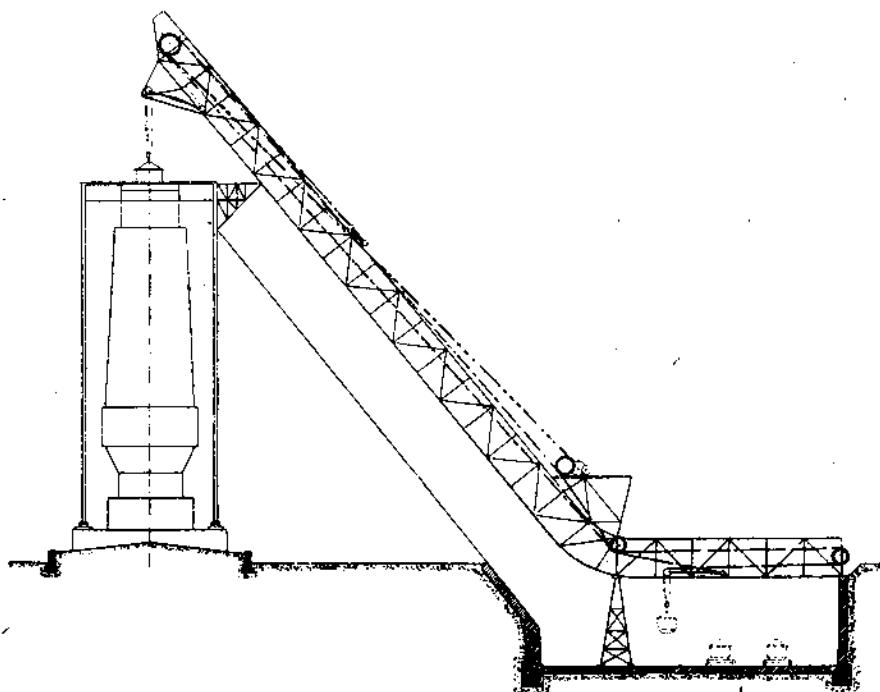
В виду того, что по устройству нижней части наклонного моста, этот под'ем сходен с показанным на фиг. 31, и, что как общее устройство так и действие его подробно описаны самим конструктором в журнале Русского Metallургического Общества ¹⁾, мы считаем возможным ограничиться здесь только рассмотрением верхней части моста и движения грузовой тележки над колошником



Фиг. 42. Верхняя часть наклонного моста колошникового под'ема типа Гоюцкого (Масштаб 1:60).

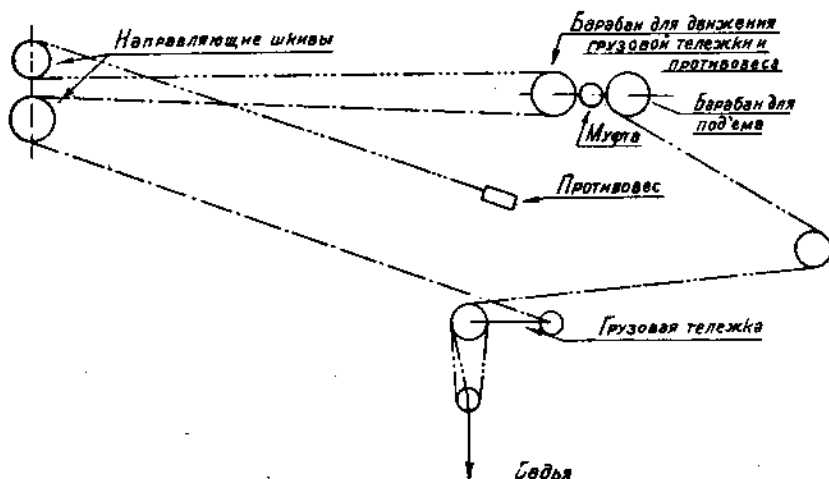
¹⁾ Ж. Р. М. О, 1925, № 3, стр. 256—278. См. Также Revue de Metallurgie, 1924, Mars.

моста к барабану, служащему для под'ема бадьи (фиг. 41). К заднему концу грузовой тележки прикреплен второй канат, который от тележки идет по напри-



Фиг. 40. Наклонный под'ем для загрузки при помощи бадьи с лебедкой с двумя барабанами—для под'ема и передвижения и с противовесом (тип. М. А. N) (Масштаб 1:600).

вляющему шкиву в верхней части моста к другому барабану, служащему для передвижения тележки. От этого барабана идет третий канат, огибающий



Фиг. 41. Схема направления канатов при наклонном под'еме типа М. А. N.

шкив в верхней части моста и служащий для движения противовеса. Оба барабана могут сцепляться между собой при помощи раздвижной зубчатой муфты. Электродвигатель—общий для обоих барабанов и все время соединен с бара-

баном для под'ема. Под'ем и опускание бадьи на колошнике и у мест взятия производится при отцепленном барабане для передвижения, как было сказано, посредством барабана для под'ема, при чем посредством наматывания или сматывания каната для под'ема подвижной блок полиспаста, к которому подвешена бадья, поднимается или опускается. Расположение канатов для под'ема бадьи и передвижения тележки на обоих барабанах таково, чтобы после сцепления обоих барабанов канат для под'ема сматывался бы с барабана или наматывался бы на него настолько, насколько канат для передвижения наматывался бы на барабан или сматывался бы с него. Благодаря этому, во время движения грузовой тележки вверх или вниз, бадья сохраняет свое положение неизменным по отношению к тележке.

Полезный груз Q за один под'ем, при этом типе под'ема, до 18.000 кгр.

Отношение мертвого груза к полезному:

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 1,0 - 1,1 \quad (53)$$

Вес противовеса:

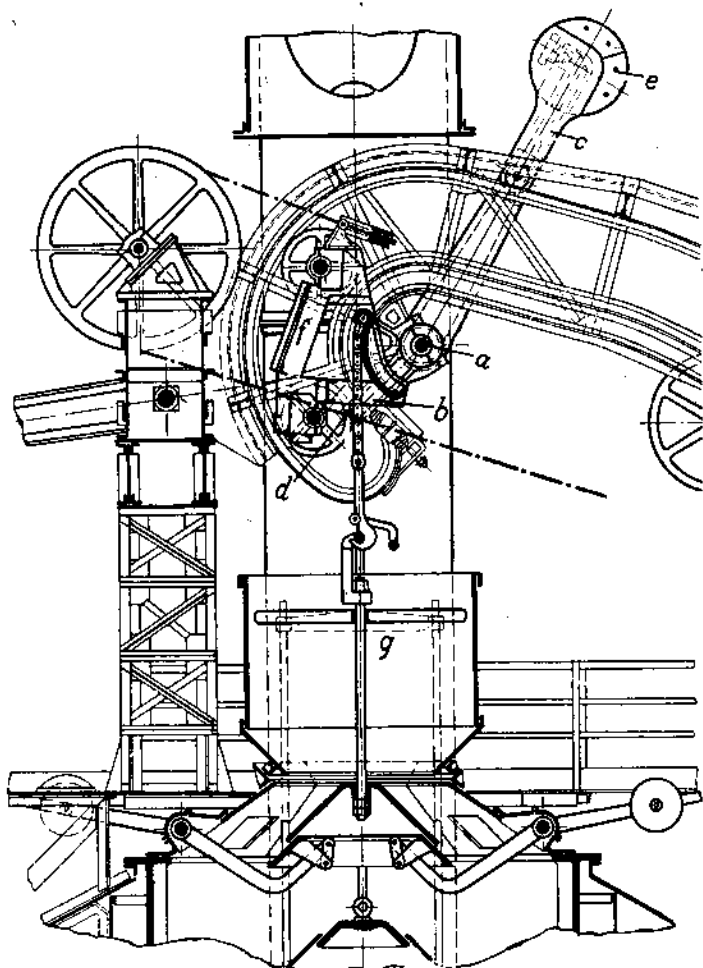
$$G_1 = G \text{ до } G + 0,5Q \quad (51)$$

В таблице 9 приведены число под'емов в час, полезный груз и максимальная скорость некоторых построенных под'емов рассматриваемого типа.

Если бадью необходимо поднимать не более, как с 3 разных мест, то нижняя часть моста может быть сделана с полого-наклонным участком, как это имеет место на фиг. 31.

е) *Наклонный под'ем с балансиром над колошником и с противовесом (тип юрн. инж. Н. Н. Гогоцкого)*. Этот под'ем отличается, главным образом, устройством верхней части наклонного моста, снабженной особой формы балансиром.

В виду того, что по устройству нижней части наклонного моста, этот под'ем сходен с показанным на фиг. 31, и, что как общее устройство так и действие его подробно описаны самим конструктором в журнале Русского Metallургического Общества¹⁾, мы считаем возможным ограничиться здесь только рассмотрением верхней части моста и движения грузовой тележки над колошником



Фиг. 42. Верхняя часть наклонного моста колошниково-го под'ема типа Гогоцкого (Масштаб 1:60).

¹⁾ Ж. Р. М. О, 1925, № 3, стр. 256—278. См. Также Revue de Metallurgie, 1924, Mars.

Рельсовый путь грузовой тележки над колошником (фиг. 42) изгибается по дуге круга в сторону печи. С центром кривизны пути совпадает ось *a* балансира, состоящего из двух вращающихся на одной оси двуплечих рычагов *b—c*. Короткие плечи рычагов на концах соединены между собою валом *d*, а на концах длинных плеч находятся противовесы *e*. В нормальном положении длинные плечи балансира опущены отвесно вниз. Когда грузовая тележка *f*, двигаясь вверх с нагруженной бадьей, придет на закругление пути, то при некотором ее положении, она передней своей частью надавит на вал *d* и этим заставит балансир повернуться на 180°. Вместе с тем, при движении грузовой тележки по закруглению пути, бадья *g* опускается на засыпной аппарат и, при конечном положении тележки, происходит завалка. Когда бадья опорожнится и лебедка начнет вращаться в обратную сторону, длинные плечи балансира, стремясь занять свое нормальное положение, при помощи вала *d* выдвинут грузовую тележку из закругления на прямой путь. Таким образом, балансир способствует плавному движению грузовой тележки по закруглению и обратному переходу ее на прямой путь.

Засыпной аппарат при этом под'еме—двойная воронка *Parry*. При завалке днище бадьи нажимает вниз верхний запорный конус, и загружаемый материал ссыпается на нижний конус, после опускания которого уже и поступает в печь.

Вследствие устройства двойного затвора у засыпного аппарата крышки для бадьи не имеется.

Полезный груз *Q* за один под'ем при этом типе под'ема—до 10.000 кгр.

Мертвый груз *G* здесь состоит из грузовой тележки, приспособления для подвешивания бадьи и последней. Отношение отдельных весов к весу полезного груза следующее:

грузовая тележка	0,475 — 0,50
приспособление для подвешивания бадьи	0,025 — 0,03
бадья	0,30 — 0,32

Отношение мертвого груза к полезному

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 0,80 — 0,85 \quad (54)$$

Вес противовеса ¹⁾

$$G_1 = G \quad (55)$$

Указанные выше величины полезного груза нельзя считать предельными: они имеют место при печах с суточной производительностью от 400 до 700 тонн. Уже и в настоящее время в некоторых случаях при печах большой прозводительности повышают полезный груз при руде до 22.000 кгр. и при коксе до 8.000 кгр.

Относительно выбора величины противовеса в каждом отдельном случае *Lilge* ²⁾ высказывает ряд соображений. Прежде всего он говорит, что для получения наивыгоднейшего расхода энергии при работе под'ема, при определенном числе под'емов колоши и данном грузе, сумма расходов энергии при движениях вверх и вниз для под'ема одной колоши, должна быть по возможности меньше. И далее, если при большом числе под'емов и малом грузе, уравнивать много, то частые движения грузовой тележки вниз, сопровождаемые под'емом тяжелого противовеса, сильно увеличат расход энергии. Наоборот, при большом грузе и малом числе под'емов на колошу следует уравнивать возможно больше, в среднем—половину максимального полез-

¹⁾ Ж. Р. М. О., 1925, № 3, стр. 257.

²⁾ Lilge. Die Hochofen-Begichtungsanlagen. Berlin, 1913, стр. 119.

ного груза. И вообще, рекомендует *Lilge*, надо стремиться, чтобы при максимальном полезном грузе разность между усилиями, передаваемыми на барабан лебедки, при движении грузовой тележки вверх и вниз была по возможности минимальной.

К соображениям, высказанным *Lilge*, мы считаем необходимым добавить, что если для движения противовеса служит канат неодинакового диаметра с канатом грузовой тележки, как это может иметь место при всех рассмотренных выше типах подъемов, за исключением случая применения лебедки с барабаном из трех частей (фиг. 35 и 36) при подъеме *Stähler-Demag*, то при увеличении веса противовеса увеличивается диаметр каната. Кроме того, увеличение веса противовеса обуславливает усиление наклонного моста, если противовес передвигается по нему. Поэтому, только принимая во внимание все вышеприведенные соображения, и следует в каждом отдельном случае устанавливать величину противовеса.

Продолжительность непрерывного действия подъема от 0,6 до 0,8 полного времени. Число подъемов в сутки—по ур. (1). Среднее полное время одного подъема—по ур (2).

Полное время подъема складывается из времени подъема и спуска и пауз для отцепления порожней бадьи от грузовой тележки и подвешивания к ней нагруженной бадьи и для опораживания бадьи.

$$T = t + t^I + t^{II} \dots \dots \dots (56),$$

где t — время подъема в сек.

„ t^I — „ спуска „ „

„ t^{II} — продолжительность пауз в сек.

Общую продолжительность пауз можно считать от 45 сек. до 1 мин.

При подъемах типа *M. A. N.* полное время подъема складывается из времени подъема и спуска бадьи вниз, движения грузовой тележки вверх и вниз и спуска и подъема бадьи на колошнике и указанных выше пауз, т.-е.:

$$T = t + t^I + t^{II} + t^{III} + t^{IV} + t^V + t^{VI} \dots \dots \dots (57),$$

где t — время движения грузовой тележки вверх в сек.

„ t^I — „ „ „ „ вниз „ „

„ t^{II} — продолжительность пауз в сек.,

„ t^{III} — время подъема бадьи вниз в сек.,

„ t^{IV} — „ спуска „ „ „ „

„ t^V — „ „ „ на колошнике в сек.,

„ t^{VI} — „ подъема „ „ „ „ „

Если обозначим длину пути в м, проходимого грузовой тележкой при движении вверх через L_0 и при движении вниз через L'_0 , то при подъемах типа *Pohlga* (фиг. 27)

$$L_0 = L'_0 = L = \frac{h_1}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (58),$$

где h_1 — высота конечного положения прикрепления подъемного каната к грузовой тележке, при приходе ее вверх над уровнем завода; при подъемах типа *Stähler-Demag* без горизонтального участка (фиг. 31 и 33)

$$L = k \frac{h_1}{\sin \alpha_1} + \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (59)$$

и

$$L'_0 = \frac{h_2}{\sin \alpha} + k' \frac{h_1}{\sin \alpha_1} \dots \dots \dots (60),$$

где k и k' изменяется от 0 до 1, в зависимости от места взятия бадьи.
С горизонтальным участком (фиг. 36)

$$L_0 = k \cdot l + \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (61)$$

$$L'_0 = \frac{h_2}{\sin \alpha} + k' \cdot l \dots \dots \dots (61),$$

где k и k' также изменяются от 0 до 1, в зависимости от места взятия бадьи;
при под'емах типа *Küppers-Tigler* (фиг. 38)

$$L_0 = L'_0 = L = \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (58);$$

при под'емах типа *M. A. N.* с горизонтальным участком (фиг. 40),
подобно фиг. 36,

$$L_0 = k \cdot l + \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (61)$$

$$L'_0 = \frac{h_2}{\sin \alpha} + k' \cdot l \dots \dots \dots (62);$$

с полого наклонным участком, подобно фиг. 33,

$$L_0 = k \frac{h_1}{\sin \alpha_1} + \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (59)$$

и

$$L'_0 = \frac{h_2}{\sin \alpha} + k' \frac{h_1}{\sin \alpha_1} \dots \dots \dots (60)$$

при под'емах типа *Гоюцкою*, подобно фиг. 33,

$$L_0 = L'_0 = L = \frac{h_1}{\sin \alpha_1} + \frac{h_2}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (63)$$

Угол наклона моста α при под'емах *Pohlig'a* — 50—57°, *Stähler-De-mag*—45—57°, *Küppers-Tigler*—50°, *M. A. N.*—50—60°, *Гоюцкою* — 47—50°.

Угол наклона пологой части моста α_1 при под'емах *Stähler-De-mag*—17—25°, *M. A. N.*—12—15°, *Гоюцкою*—30°.

Средняя скорость при движении грузовой тележки вверх и вниз при под'емах типа *Pohlig'a*, *Küppers-Tigler* и *Гоюцкою*.

$$v_m = \frac{2L}{t + t'} \text{ м/сек.} \dots \dots \dots (64),$$

при всех прочих типах, под'емов

$$v_m = \frac{L_0}{t} = \frac{L'_0}{t'} \text{ м/сек.} \dots \dots \dots (65)$$

Максимальная скорость движения грузовой тележки по ур. (22) и не более 1,5 м/сек. и чаще 1,2—1,5 м/сек.

Скорость под'ема и опускания бадьи при под'емах типа *M. A. N.* втрое менее скорости движения грузовой тележки.

Перейдем теперь к определению размеров канатов при разных типах подъемов и примем для этого уже встречавшиеся обозначения $Q, G, G_1, p, \sigma, L, S$ и λ .

Прежде всего подъемный канат для грузовой тележки, для которого примем номинальный запас прочности при подъемах типа *Stähler-Demag* с барабаном из трех частей $\sigma = 15$, при всех прочих типах подъемов $\sigma = 10$.

Аналогично ур. (6), (7), (37) и (38) мы можем написать для подъемов типа *Stähler-Demag* с барабаном из трех частей, с обозначениями фиг. 36,

$$S = \frac{p \cdot L}{\sigma} = \left[-\frac{Q+G}{2} + p \left(\frac{h_2+h_3}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (66)$$

откуда

$$p = (1 + \lambda) \frac{0,5 Q \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_2 + h_3)} \dots \dots \dots (67)$$

или, при $\sigma = 10$,

$$S = \frac{p \cdot L}{\sigma} = \left[G_1 + p \left(\frac{h_1+h_5}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (68)$$

откуда

$$p = \frac{G_1 \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_1 + h_5)} \dots \dots \dots (69)$$

значение для p берется наибольшее из полученных из ур. (67) и (69);

для подъемов типов *Pohlig'a* и *Küppers-Tigler*¹⁾ с обозначениями фиг. 38, типов *Stähler-Demag* без горизонтального участка, *М. А. Н.* с полого-наклонным участком и *Голюцкою*, с обозначениями фиг. 33, типов *Stähler-Demag* и *М. А. Н.* с горизонтальным участком, с обозначениями фиг. 36,

$$S = \frac{p \cdot L}{\sigma} = \left[Q + G + p \left(\frac{h_2+h_3}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (70)$$

откуда

$$p = (1 + \lambda) \frac{Q \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_2 + h_3)} \dots \dots \dots (71)$$

Канат для противовеса¹⁾, для которого примем номинальный запас прочности тоже $\sigma = 10$,

для подъемов типов *Stähler-Demag* без горизонтального участка, *М. А. Н.* с полого-наклонным участком и *Голюцкою*, с обозначениями фиг. 33,

$$S = \frac{p' \cdot L}{\sigma} = \left[G_1 + p' \left(\frac{h_6+h_7}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (72)$$

откуда

$$p' = \frac{G_1 \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_6 + h_7)} \dots \dots \dots (73)$$

для подъемов типа *Küppers-Tigler*, с обозначениями фиг. 38,

$$S = \frac{p' \cdot L}{\sigma} = \left[G_1 + p' \left(\frac{h_1+h_4}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (74)$$

¹⁾ Канат для противовеса часто берут одинакового размера с канатом для грузовой тележки.

откуда

$$p' = \frac{Q_1 \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_1 + h_4)} \dots \dots \dots (75)$$

для подъемов типов *Stähler-Demag* с двуступенчатым барабаном и барабаном из четырех частей и *M. A. N.* с горизонтальным участком, с обозначениями фиг. 36,

$$S = \frac{p' \cdot L}{\sigma} = \left[Q_1 + p' \left(\frac{h_1 + h_5}{\sin \alpha} \right) \right] \sin \alpha \dots \dots \dots (76)$$

откуда

$$p' = \frac{Q_1 \sin \alpha}{\frac{L}{\sigma} - (h_1 + h_5)} \dots \dots \dots (77)$$

Вес погонного метра контр-каната можно считать вдвое менее веса подъемного каната для грузовой тележки.

Канат для под'ема бадьи при под'емах типа *M. A. N.* следует рассчитывать на поднимаемый груз

$$Q' = \frac{Q + Q_2}{3} \dots \dots \dots (78)$$

где Q — максимальный полезный груз и Q_2 — собственный вес бадьи с крышкой и принимать номинальный запас прочности $\sigma = 12$.

Минимальный диаметр барабана

$$D_{min} \geq 1000 \delta \dots \dots \dots (79)$$

где δ — диаметр проволок каната.

Диаметр направляющих шкивов

$$D' = 0,8 \text{ до } 1,75 D_{max} \dots \dots \dots (80)$$

где D_{max} — максимальный диаметр барабана.

Определение статических и динамических усилий при расчете мощности двигателя производится для под'ема максимального полезного груза, принимая во внимание вес канатов при длинах их, соответствующих положениям максимального полезного груза. Нормальная мощность двигателя должна быть достаточной для преодоления средней величины общего статического усилия на наклонном пути при максимальной скорости.

Действительный запас прочности каната для движения грузовой тележки при под'емах типа *Stähler-Demag* с барабаном из трех частей должен быть $\sigma' \geq 7$, при всех прочих под'емах $\sigma' \geq 5$;

каната для противовеса $\sigma' \geq 5$ и

каната для под'ема бадьи при под'емах типа *M. A. N.* $\sigma' \geq 5$.

Наклонный мост при этих под'емах должен делаться особенно солидным, потому что раскачивание и дрожание моста, кроме всяких прочих последствий, могут усиливать раскачивание бадьи и затруднять ее посадку на засыпной аппарат.

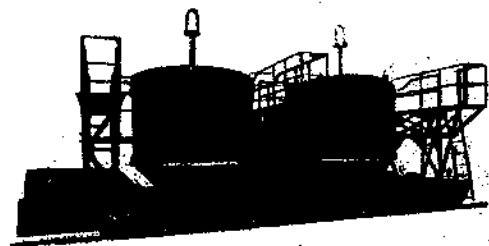
Мост рассчитывается на постоянную (собственный вес, давление ветра) и подвижную нагрузки. Подвижная нагрузка обусловливается давлением колес передвигающейся по нижнему поясу моста грузовой тележки и, в случае применения предохранительной платформы, ее тележки и передвигающегося по верхнему поясу противовеса. Распределение давлений между передними и задними колесами грузовой тележки зависит от ее конструкции и, главным образом, от положения подвеса бадьи.

Подача загружаемых материалов к под'емам производится непосредственно в под'емных бадьях, которые для передвижения ставятся на особые подачные вагоны, типы которых показаны на фиг. 43 и 44.

Обыкновенно подачные вагоны снабжаются местами для двух бадей и имеют электрический привод. Вагон, показанный на фиг. 43, имеет два механизма для передвижения, помещающиеся на обоих его концах. Чтобы, при насыпании руды из закромов в бадью, стоящую на подачном вагоне, иметь возможность производить взвешивание насыпанной массы, подачные вагоны снабжаются устройствами для взвешивания. С целью возможности, при смешивании различных сортов руды, производить взвешивание отдельных сортов, независимо один от другого, придают механизму для взвешивания соответствующее устройство, как например, снабжают его соответствующим количеством отдельных коромысел, на которых подвижные грузы устанавливаются предварительно для веса данного сорта руды. Самое место бадьи на подачном вагоне обыкновенно состоит из поворотного круга, стоя на котором бадья во время наполнения может поворачиваться, вследствие чего происходит равномерное распределение насыпаемого материала по всему поперечному сечению бадьи. Вращение поворотных кругов производится посредством особых электродвигателей. Наконец, иногда, платформа вагона может подниматься.



Фиг. 43. Подачный вагон для перевозки подъемных бадей.



Фиг. 44. Подачный вагон для перевозки подъемных бадей.

Подачный вагон с порожней бадьей под'езжает к затворам закромов, и загружаемые материалы насыпаются из закромов в бадью. С наполненной бадьей подачный вагон едет к под'ему и останавливается здесь так, чтобы порожнее место для бадьи пришлось под нижним местом грузовой тележки. Спускающаяся вниз по наклонному мосту грузовая тележка ставит порожнюю бадью на порожнее место подачного вагона, последний передвигается на расстояние между двумя бадьями, и наполненная бадья снимается грузовой тележкой с вагона. После этого вагон с порожней бадьей едет опять к закромам.

Время, потребное для наполнения бадьи из закромов, зависит от рода насыпаемого материала, устройства запоров закромов и от хода насыпания, т.-е. насыпается ли один единственный материал или разный (как это бывает при руде); в среднем можно считать:

при насыпании одного материала 0,3—0,4 мин. для 1 тонны,
при смешивании разного материала 0,5—0,7 мин. для 1 тонны.
Скорость движения подачного вагона 60—90—120 м./мин.
Вращение бадьи от 2 до 25 оборотов в мин.

Расход энергии на движение вагона можно считать 0,045—0,06 киловатт-часов на 1 тонну руды и 0,065—0,08 килов.-час. на 1 тонну кокса.

Для подачи загружаемых материалов от закромов число подачных вагонов для одной печи обыкновенно берут равным числу бадей руды и кокса на 1 колошу.

Кокс может подаваться к под'емам в бадах непосредственно от коксовых печей, и в этом случае бады перевозятся на особых железнодорожных

вагонах-платформах, при чем на каждый вагон-платформу обыкновенно ставят от 3 до 6 бадей. Бады наполняются коксом перед коксовыми печами, стоя на вагонах - платформах. Вагоны-платформы с нагруженными бадами составляют в поезда и при помощи локомотивов подаются на доменный завод. Здесь бады с коксом мостовыми кранами снимаются с вагонов—платформ (фиг. 45) и ставятся на подачные вагоны, на которых уже и подаются к под'емам. Порожние бады опять мостовыми кранами ставятся на вагоны—платформы. Установка бадей на подачные вагоны, передвигающиеся обыкновенно в туннелях, производится через люки, которые и видны на фиг. 45. Устройство под'емного крюка тележки мостового крана должно позволять



Фиг. 45. Снимание бадей с коксом с вагонов-платформ и обратная установка на них порожних бадей при помощи мостовых кранов.

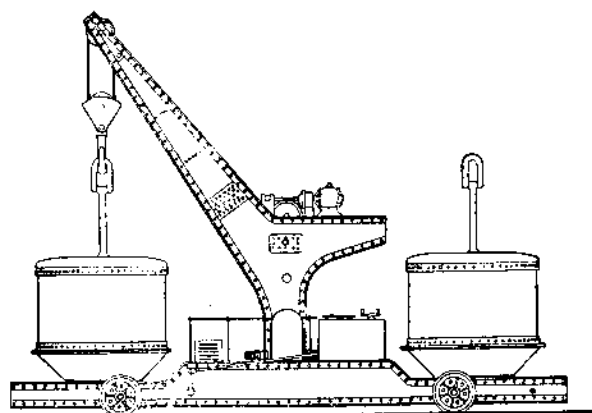
машинисту крана, при захватывании бадей, обходиться без посторонней помощи.

В некоторых случаях кокс может доставляться на доменный завод в обыкновенных железнодорожных вагонах и, не перегружаясь в закрома

насыпаться непосредственно в под'емные бады, которые для этой цели устанавливаются рядом с железнодорожными путями. Нагруженные бады ставятся на подачные вагоны, которые в этом случае рационально снабжать небольшим поворотным краном, как это и показано на фиг. 46. При помощи поворотного крана можно снимать порожнюю бадью с подачного вагона и ставить на него нагруженную.

Под'емная сила мостовых кранов для коксовых бадей от 10 до 15 тонн.

Средняя величина пролета 15 м. Скорости: под'ем — 6—15 м/мин., движение тележки—15—25 м/мин., и движение моста—60—90 м/мин. Расход энергии можно считать в среднем 0,20—0,25 килов.-час. на 1 тонну кокса. Для каждого под'ема рационально иметь отдельный мостовой кран, хотя, в случае нужды один кран может обслуживать два под'ема.



Фиг. 46. Подачный вагон с поворотным краном.

Скорости поворотного крана на подачном вагоне: под'ем—15—20 м/мин., вращение — 1 оборот в мин. Расход энергии подачным вагоном с поворотным краном для всех движений можно считать в среднем 0,07—0,08 килов.-час. на 1 тонну кокса.

Расход энергии подачным вагоном без поворотного крана при перевозке бадей с коксом от мостовых кранов к под'емам можно считать в среднем 0,05—0,06 килов.-час. на 1 тонну кокса.

Для перевозки бадей с коксом от железнодорожных вагонов или от мостовых кранов достаточно иметь по одному подачному вагону на каждый под'ем.

Рельсовые пути подачных вагонов прокладываются не на уровне завода, а ниже его в особых выемках (туннелях).

Все рассмотренные выше способы подачи загружаемых материалов к под'емам ¹⁾ имеют место при под'емах типов *Pohlig, Stahler - Demag, Küppers-Tigler* и *M. A. N.*

При под'емах *Гогоцкого* эта подача производится особым своеобразным способом. Здесь подача производится также непосредственно в под'емных бадьях; но для перевозки последних применяются особые подвесные тележки, которые передвигаются в туннелях по подвесным рельсам. Каждая тележка (фиг. 47) ²⁾ состоит из двух отдельных четырехколесных тележек, соединенных вместе коромыслом, на котором подвешивается бадья. На одной из тележек находится электродвигатель с зубчатой передачей для движения тележек, а к другой подвешена люлька для машиниста, снабженная аппаратами для управления движением. На месте пересечения подвесного пути у под'ема с направлением перемещения крюка грузовой тележки под'ема рельс имеет перерыв для свободного пропуска крюка. Длина перерыва рельса менее расстояния между двумя колесами одной тележки. Тележки для перевозки бадей с рудой и флюсами снабжаются весами, позволяющими взвешивать материалы при насыпании их из закромов в бадью.

Скорость движения тележек 48—72 м/мин. ³⁾

Расход энергии можно считать 0,04 — 0,05 килов.-час. на 1 тонну руды и 0,06—0,07 килов.-час. на 1 тонну кокса.

Для каждого под'ема требуется, в зависимости от размера доменной печи и коксовой колоши, 4 или 6 тележек ⁴⁾.

В заключение обзора способов подачи загружаемых материалов к под'емам необходимо добавить, что движение подачных вагонов с бадьями обыкновенно происходит в одном направлении (параллельном или перпендикулярном под'емам) и, при скрещивании путей (на складах), производится передача бадей с одного вагона на другой обыкновенно особыми мостовыми кранами с небольшим пролетом, которых приходится ставить по одному на каждый под'ем. Расход энергии этими кранами 0,10 — 0,12 килов.-час. на 1 тонну руды и 0,14—0,17 килов.-час. на 1 тонну кокса.

Тележки *Гогоцкого*, благодаря шарнирным соединениям отдельных тележек с соединяющим их коромыслом, допускают движение по кривым с радиусом кривизны 10 м.

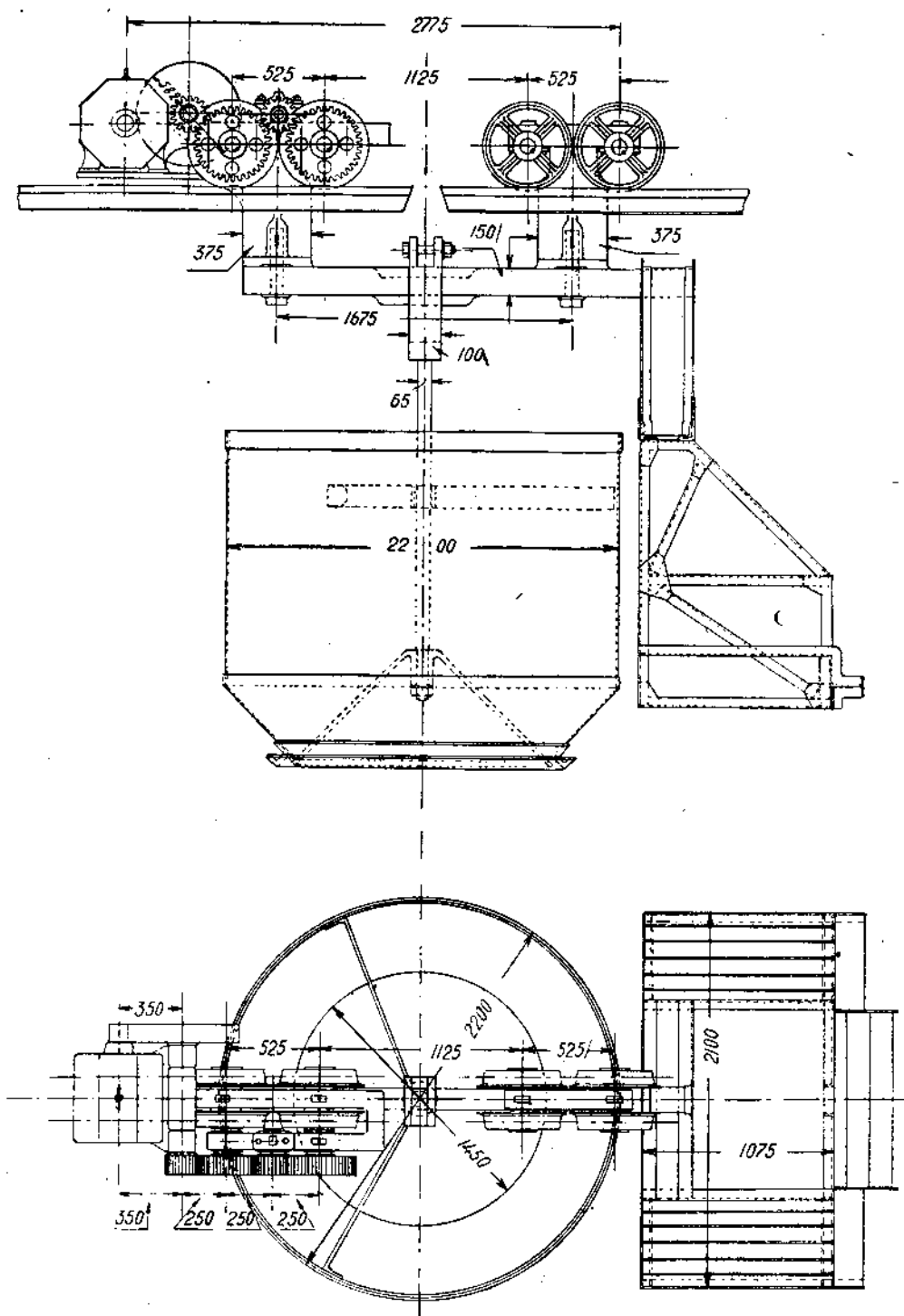
Отдельные типы наклонных под'емов для загрузки при помощи бадей, наряду с достоинствами, обладают и недостатками, являющимися в некоторых случаях довольно значительными.

¹⁾ Устройства для подачи скрапа мы не рассматриваем.

²⁾ Подробное описание, снабженное чертежами, см. ЖРМО, 1925, № 3, стр. 258.

³⁾ Ibidem.

⁴⁾ Ibidem, стр. 259.



Фиг. 47 а—б. Тележка Гогоцкого для перевозки подъемных бадей. (Масштаб 1 : 40).

Положительной стороной под'емов типа *Pohlig* является более равномерное распределение нагрузки на колеса грузовой тележки, являющееся результатом подвешивания бадьи между осями тележки. Равномерное же распределение нагрузки на колеса, при всех одинаковых прочих условиях, позволяет делать наклонный мост более легкой конструкции. Но это достоинство сопровождается целым рядом крупных недостатков, большая часть которых связана с применением моторной тележки, передвигающейся по зубчатой рейке. Главнейшие из этих недостатков следующие: быстрое изнашивание зубчатой рейки, затрудняются и даже делаются небезопасными надзор за механизмами на моторной тележке и ремонт их. Далее, находящийся в верхней части моста балансир с тяжелыми противовесами (15—20 тонн) вызывает большую дополнительную статическую и динамическую нагрузку моста.

Положительной стороной под'емов типа *Stähler-Demag* является возможность соединять под'ем с закромами и иметь несколько мест взятия бадьи путем удлинения нижнего конца наклонного моста. Этим стремятся упростить подачу загружаемых материалов к под'ему. Однако, приспособление под'ема для взятия бадьи в разных местах и тем более слишком большое удлинение моста с переходом его в горизонтальное направление имеет уже недостатки. Эти недостатки заключаются прежде всего, помимо увеличения стоимости под'ема, в увеличении времени для движения грузовой тележки. Это увеличение времени понижает производительность под'ема, которая может быть компенсирована только увеличением полезного груза, что опять вызывает увеличение стоимости под'ема. Удлинение пути движения грузовой тележки обуславливает увеличение длины сравнительно скоро изнашивающихся канатов, смена которых обуславливает повышение расходов по эксплуатации. Это последнее обстоятельство особенно сильно выступает при под'емах с барабаном из трех частей, где и без того имеется длинный изгибающийся несколько раз в разные стороны канат, почему этот тип под'ема нельзя считать рациональным. Далее, при под'емах с несколькими местами взятия бадьи требуется еще ряд дополнительных устройств для остановки грузовой тележки в разных местах и предупреждения столкновения подвешенной к ней бадьи с подачными вагонами, что значительно усложняет электрическое оборудование под'емов. Кроме того всем под'емам типа *Stähler-Demag* свойствен недостаток, заключающийся в больших мертвых грузах. Наконец, в качестве недостатков этих под'емов можно указать очень неравномерное распределение нагрузки на колеса грузовой тележки (вследствие подвеса бадьи у передних колес последние нагружены много более задних), что опять обуславливает усиление конструкции моста и возможность толчков при переходе грузовой тележки с горизонтального или полого-наклонного пути на круто-наклонный и обратно.

При под'емах типа *Küppers-Tigler* положительной стороной являются более равномерное распределение нагрузки на колеса грузовой тележки и уменьшение мертвого груза. Недостатком являются возможность сильного раскачивания бадьи благодаря ее подвешиванию к сравнительно легкой серьге, особенно при под'еме последней над колошником, а также и контр-канаты.

Положительной стороной под'емов типа *M.A.N.* являются уменьшение мертвого груза и, благодаря возможности поднимать бадью сравнительно высоко, при прохождении грузовой тележки над подачными путями, устранение возможности столкновения бадьи с подачными вагонами без применения сложных предохранительных устройств. Недостатками являются прежде всего сложность под'емной лебедки, отдельный канат для под'ема и опускания бадьи и возможность сильного раскачивания ее благодаря особому подвешиванию. Кроме того этим под'емам свойствен целый ряд недостатков, из указанных выше для под'емов *Stähler-Demag*, особенно в связи с приспособлением под'ема для взятия бадьи в разных местах.

Что же касается под'емов типа Гогоцкого, то положительной стороной их являются двойной затвор колошника печи, небольшой мертвый груз, более равномерное распределение нагрузки на колеса грузовой тележки, меньшая высота моста и более простое устройство всего под'ема. Но, с другой стороны, конструкция грузовой тележки и подвешивания к ней бадьи может служить поводом для сильного раскачивания бадьи.

В заключение сделаем общую оценку загрузки доменных печей с применением наклонных под'емов с бадьей. Достоинствами этой загрузки прежде всего являются малая высота падения шихты при высыпании ее в печь и уменьшение до minimum'a числа перегрузок шихты, что особенно важно для сохранения кокса. Здесь шихта нагружается сначала в бадью и из нее высыпается или прямо в печь или, как это делается при под'емах *Гоюцкою*, сначала на нижний конус, а с него уже в печь, следовательно, шихта перегружается два или три раза. При правильной посадке бадьи на засыпной аппарат и центральном опускании днища может получаться равномерное распределение загружаемых материалов в печи. Задолженность рабочей силы для обслуживания подачи сырых материалов к под'ему и самого под'ема ограничивается главным образом машинистами для подачных вагонов, кранов и под'ема и может составлять от 5 до 8 человек на каждую печь, при чем последняя цифра получается при наличии десятников и отдельных весовщиков. На колошнике присутствие людей не требуется.

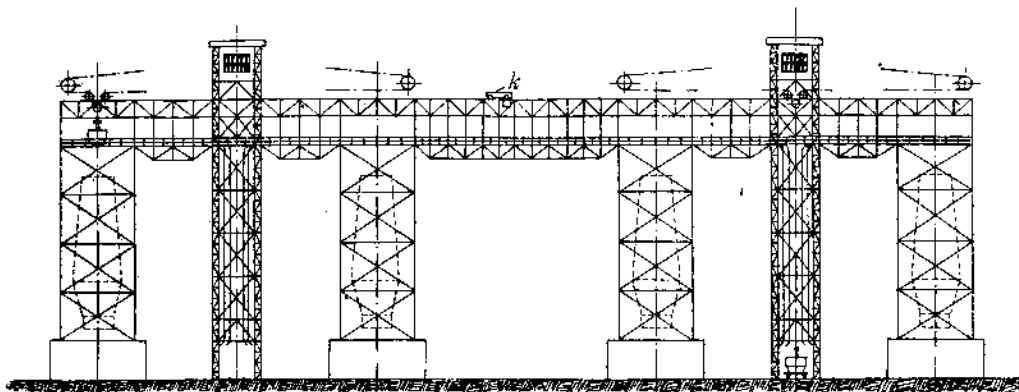
В качестве общих недостатков этой системы загрузки можно указать сравнительную сложность существующих способов подачи сырых материалов к под'емам, за исключением случая применения под'емов *Гоюцкою*, высокую стоимость под'емов и, иногда, устройств для подачи к ним сырых материалов, раскачивание бадьи при под'еме и, наконец, в случае применения одного затвора для колошника печи, возможность прорыва газов, потому что прикрывание бадьи крышкой часто может быть недостаточно надежным.

Расход энергии на действие под'ема можно считать при под'емах типа *Pohlig* — 1,25 — 1,50 килов.-час. *Stähler-Demag* — 1,0 — 2,0 килов.-час, *Küppers-Tigler* — 1,2 — 1,5 килов.-час, *M.A.N* — 1,2 — 2,0 килов.-час. и *Гоюцкою* — 0,8 — 0,9 килов.-час на 1 тонну чугуна.

Вообще загрузка доменных печей с применением наклонных под'емов с бадьей является сравнительно сложной и дорогой. Только применение под'емов *Гоюцкою* с подвижными тележками для подачи сырых материалов и с двойным затвором колошника может значительно понизить стоимость загрузки и сделать ее более надежной, почему и можно рекомендовать ее в случае работы с низкосортным коксом.

Постройка наклонных под'емов на старых доменных заводах иногда встречает препятствие, заключающееся в том, что эти под'емы должны занимать определенное положение относительно печей, а следовательно, для них должно быть отведено место, могущее как раз уже быть занятым необходимыми сооружениями. Далее, высокая стоимость наклонных под'емов для загрузки при помощи бадьи часто является препятствием использовать, особенно при работе на плохом коксе, вообще принцип загрузки при помощи бадьи с опускающимся днищем. Вот эти обстоятельства и были одними из главных факторов, способствовавших появлению системы загрузки с применением вертикальных под'емов для автоматической засыпки при помощи надколошниковой тележки и бадьи с опускающимся днищем. Эта система загрузки, являясь решением ряда вопросов, возникающих при выборе способа подачи сырых материалов на колошник доменной печи, в настоящее время стала обращать на себя усиленное внимание.

Собственно вертикальный подъем для автоматической засыпки при помощи надколошниковой тележки и бадьи с опускающимся днищем состоит из вертикальной башни, горизонтального моста, соединяющего башню с печью и расположенного значительно выше колошника печи, и лебедки, расположенной над башней или на мосту. В том и другом случае на мосту передвигается тележка, служащая для перевозки бадьи от башни к печи и обратно. Нагру-

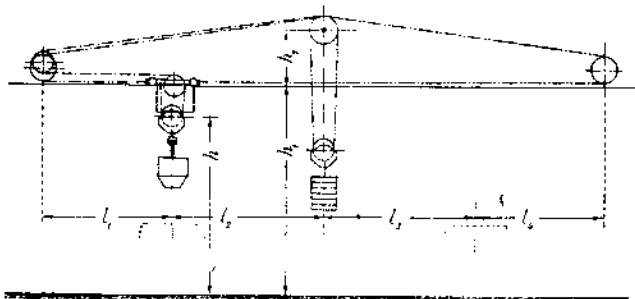


Фиг. 48. Установка двух вертикальных подъемов с надколошниковой тележкой для автоматической загрузки четырех доменных печей (Масштаб 1:1100).

женная бадьа подается к основанию башни и поднимается внутри ее до тележки, после чего с помощью последней бадьа переносится к печи и опускается на колошник. Порожняя бадьа снимается с колошника, переносится к башне и опускается к основанию ее. Устройство засыпного аппарата здесь такое же, как при рассмотренных выше наклонных подъемах для загрузки при помощи бадьи (с одним затвором), и бадьа разгружается так же.

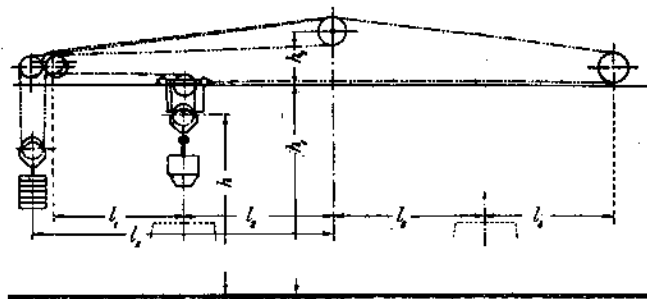
Вертикальные подъемы с надколошниковой тележкой и бадьей бывают двух типов, которые различаются, главным образом, конструкцией лебедки и тележки. При одном типе лебедка с электродвигателем для подъема и горизонтального передвижения устанавливается неподвижно, а при другом типе механизмы для подъема и горизонтального передвижения помещаются на тележке, как это имеет место, например, у мостовых кранов.

На фиг. 48 показана схема установки двух подъемов первого типа для четырех доменных печей. Каждый подъем состоит из вертикальной башни, которая служит одновременно опорой для горизонтального моста и для находящейся над ним в закрытом помещении лебедки. Лебедка имеет три отдельные барабана, из которых один для подъема, другой для горизонтального передвижения и третий для противовеса, уравнивающего при подъеме мертвый груз и передвигающегося вертикально рядом с башней. Барабаны лебедки могут сцепляться между собой, при чем во время вертикального движения бадьи в башне или над печами вращаются барабаны для подъема и для противовеса,



Фиг. 49. Схема направления канатов вертикального подъема с надколошниковой тележкой при неподвижной лебедке с тремя барабанами.

а при движении тележки вращаются барабаны для под'ема и для горизонтального передвижения ¹⁾. На фиг. 49 показана схема направления канатов. Под'емный канат одним концом прикреплен к тележке, идет сначала по нижнему подвижному блоку полиспаста, затем по неподвижному блоку на тележке и по неподвижному направляющему шкиву на мосту идет к барабану для под'ема. Передвижение тележки производится с помощью особых канатов, которые прикреплены к обоим концам тележки и по направляющим шкивам идут к барабану для горизонтального передвижения. Управление вертикальным и горизон-

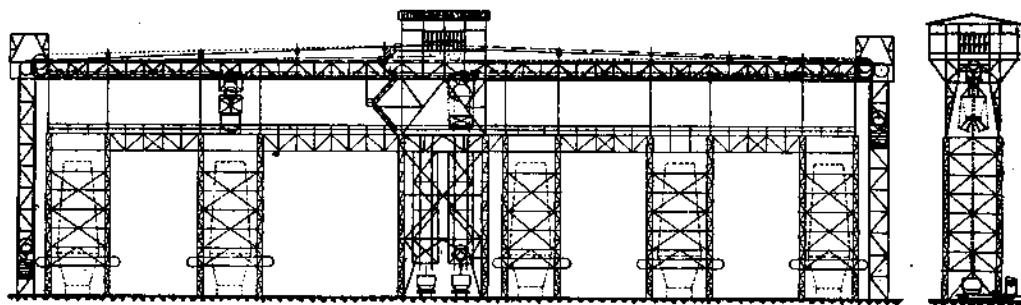


Фиг. 50. Схема направления канатов вертикального под'ема с надколошниковой тележкой при неподвижной лебедке с двумя барабанами.

тальным движениями производится автоматически посредством индикатора. При движении тележки вправо (фиг. 49), под'емный канат сматывается с барабана, а при движении влево—наматывается на барабан соответственно пути, проходимому тележкой.

Лебедка может иметь только два барабана: один для под'ема и другой для горизонтального передвижения, которые тоже могут сцепляться между собой.

Во время вертикального движения бадьи в башне или над печами вращается только барабан для под'ема, а барабан для горизонтального передвижения удерживается тормозом. Направление канатов показано на фиг. 50. Направление под'емного каната такое же, как и при лебедке с тремя барабанами. Передвижение тележки может производиться только при самом высшем

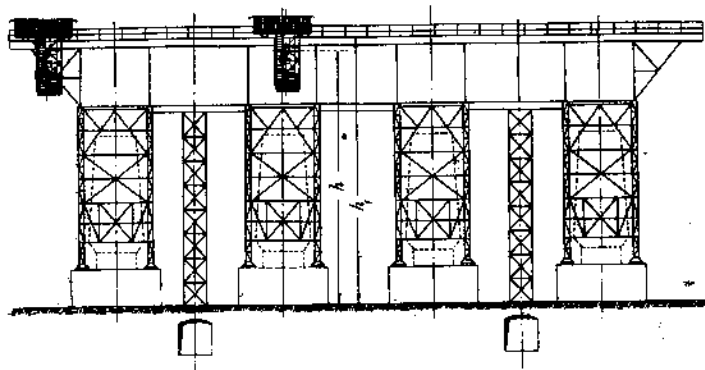


Фиг. 51. Установка двух вертикальных под'емов с надколошниковой тележкой для автомата тической загрузки пяти доменных печей (Масштаб 1:1000).

положении бадьи и совершается в одном направлении с помощью под'емного каната, а в другом направлении—с помощью особого каната, который прикреплен к одному концу тележки и по направляющему шкиву идет к барабану для горизонтального передвижения. При движении тележки оба барабана сцеплены между собой и вращаются в одинаковом направлении, и, если под'емный канат наматывается, а специальный канат для передвижения тележки сматывается, тележка движется влево (фиг. 50); при сматывании под'емного каната и наматывании специального каната для передвижения тележки последняя движется вправо. С каждым из барабанов лебедки соединен одним концом канат

¹⁾ Неработающие барабаны удерживаются тормозами.

противовеса. При вертикальном движении бадьи конец каната, соединенный с барабаном для горизонтального передвижения, остается неподвижным, а другой конец, соединенный с барабаном для под'ема, сматывается или наматывается, смотря по тому, поднимается или опускается бадья, и, следовательно, противовес опускается или поднимается. При движении тележки противовес

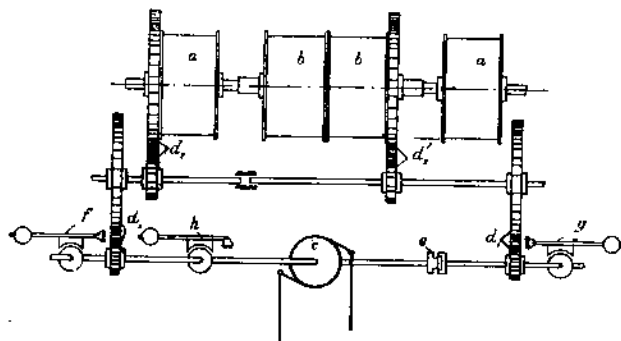


Фиг. 52. Установка двух вертикальных под'емов с надколошниковой тележкой для автоматической загрузки четырех доменных печей (Масштаб 1:1000).

остается неподвижным, потому что, насколько один конец его каната сматывается, настолько другой конец наматывается.

Башни двух под'емов могут быть расположены рядом, как показано на фиг. 51. В показанном на фигуре примере устройства один под'ем должен обслуживать две печи, а другой—три печи. Однако, здесь, как и вообще при расположении башен двух под'емов рядом, тележка каждого под'ема может передвигаться над всеми печами, и, следовательно, каждый под'ем может обслуживать все печи. Направление канатов соответствует фиг. 50.

На фиг. 52 показана схема установки двух под'емов второго типа для четырех доменных печей. Здесь также имеются две вертикальные башни, внутри которых поднимаются бадьи. Над печами расположен горизонтальный мост, по которому передвигаются две тележки, снабженные механизмами для под'ема и горизонтального передвижения. Тележки работают так же, как и при мостовых кранах, но сопровождаются машинистом.



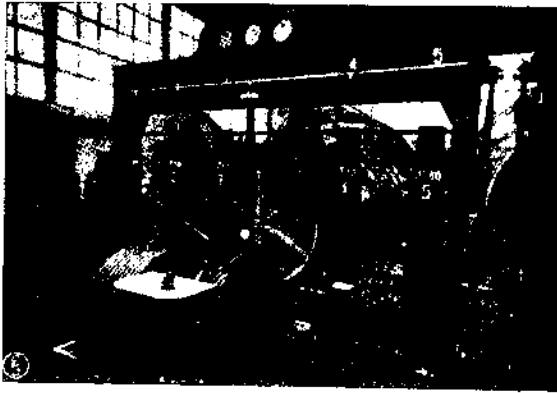
Фиг. 53. Схема неподвижной лебедки с двумя барабанами ¹⁾.

Рассмотрим несколько подробнее устройство неподвижной лебедки с двумя барабанами, как более простой и чаще применяющейся при под'емах первого типа. На фиг. 53 показана схема расположения главных частей лебедки, при чем *a*—барабаны для под'ема, *b*—барабаны для горизонтального движения, *c*—электродвигатель, *d₁* и *d₂*—зубчатая передача от электродвигателя к барабанам для под'ема, *d'₁* и *d'₂*—то же к барабанам для горизонтального движения ¹⁾ *e*—развижная муфта для сцепления вала электродвигателя с зубчатой

¹⁾ На фиг. 53 справа должно быть «*d'₁*», а не «*d₁*».

передачей к барабанам для горизонтального движения, f —тормоз с электромагнитом для барабанов для под'ема, g —то же для барабанов для горизонтального движения, h —предохранительный тормоз с электромагнитом. Барабаны для под'ема насажены на валу неподвижно, а барабаны для горизонтального движения насажены свободно. При вращении электродвигателя, при выключенном сцеплении e , вращаются только барабаны для под'ема, а барабаны для горизонтального движения остаются неподвижными; при включенном сцеплении e , вращаются все барабаны. Включение и выключение муфты e производится от индикатора при помощи электромагнита и груза.

Машинист при лебедке может следить за отдельными фазами движения под'ема при помощи комбинированного индикатора для под'ема и горизонтального движения. Такой комбинированный индикатор фирмы *Siemens-Schuckert*,



Фиг. 54. Индикатор у неподвижной лебедки при установке под'емов по фиг. 51.

установленный при лебедке под'ема фиг. 51, показан на фиг. 54. Индикатор представляет в уменьшенном и упрощенном виде копию под'ема и по идее сходен с индикатором той же фирмы, применяющимся при под'емах *M. A. N.* Вертикальные движения передаются индикатору от вала барабанов для под'ема и показываются на индикаторе посредством вертикального движения знака бадьи; горизонтальные движения передаются от передаточного вала барабанов для горизонтального движения и показываются посредством горизонтального движения соединенных знаков бадьи и надколошниковой

тележки. С индикатором соединены регулятор движения и приспособление для соединения с под'емом печей. Обслуживание одной лебедкой всех печей возможно только тогда, когда приспособление для соединения с под'емом печей у недействующей лебедки поставлено на нуль, и соответствующая тележка находится в самом крайнем положении на горизонтальном пути. Распределение *Leonard'a*.

Продолжительность непрерывного действия под'ема зависит от числа обслуживаемых им печей n , во всяком случае, не должна превышать 0,9 полного времени, т.-е. $0,9 \cdot 24 \cong 22$ часа. Полное время под'ема одной бадьи можно считать в пределах от $2\frac{3}{4}$ до $4\frac{1}{2}$ мин.

Полное время под'ема одной бадьи складывается из времени под'ема и спуска бадьи в башне, горизонтального движения бадьи от башни до загружаемой печи и обратно, спуска и под'ема бадьи у загружаемой печи и пауз для подвешивания нагруженной бадьи и отцепления порожней, сцепления и расцепления барабанов лебедки (только при под'емах первого типа) и опораживания бадьи.

Общую продолжительность пауз можно считать от 50 сек. до $1\frac{1}{4}$ мин.

Примем уже встречавшиеся обозначения Q, G, Q_1, p, σ, S и λ .

Полезный груз при обоих типах рассматриваемых под'емов равен или весу рудной колоши или весу колоши горючего, а следовательно максимальный полезный груз Q равен весу рудной колоши и в существующих под'емах достигает 20000 *кпр*.

Отношение веса мертвого груза (поднимаемого) к полезному

$$\lambda = \frac{G}{Q} = 0,5 - 0,7 \dots \dots \dots (81).$$

Вес противовеса при под'емах первого типа

$$G_1 = G \text{ до } G + 0,5 Q \dots\dots\dots (51).$$

Номинальный запас прочности под'емного каната следует считать $\sigma = 12$ при под'емах первого типа и $\sigma = 10$ при под'емах второго типа.

Аналогично ур. (6), и (7), и с обозначениями фиг. 49, 50 и 52 мы можем написать для под'емного каната ¹⁾:

$$S = \frac{p \cdot L}{\sigma} = \frac{Q \cdot G}{2} + p \cdot h_1 \dots\dots\dots (82)$$

откуда

$$p = (1 + k) \frac{0,5 Q}{\frac{L}{\sigma} - h_1} \dots\dots\dots (83)$$

Полная длина под'емного каната в м. при под'емах первого типа, при устройстве по фиг. 49 и по фиг. 50

$$L' = 2h_1 + 2l_1 + 2l_2 + h_2 + 2\pi D \dots\dots\dots (84)$$

или

$$L' = 2l_1 + 2l_2 + l_3 + 3h_2 + 2\pi D + 20 \dots\dots\dots (85),$$

при чем из двух значений для L' , полученных из ур. (84) и (85), следует брать большее.

Полная длина под'емного каната в м. при под'емах второго типа (фиг. 52):

$$L' = 2h_1 + 4\pi D \dots\dots\dots (86).$$

Полная длина каната для горизонтального движения в м. при под'емах первого типа при устройстве по фиг. 49 и по фиг. 50:

$$L'' = l_1 + l_2 + 2l_3 + 2l_4 + h_2 + 2\pi D + 20 \dots\dots\dots (87),$$

при чем при устройстве по фиг. 49 таких канатов два, при устройстве по фиг. 50 один.

Полная длина каната для противовеса в м. при под'емах первого типа при устройстве по фиг. 49.

$$L''' = 2h_1 + 2h_2 + 2\pi D \dots\dots\dots (88)$$

и при устройстве по фиг. 50:

$$L''' = 2h_1 + 2l_3 + h_2 + 4\pi D \dots\dots\dots (89)$$

Максимальная скорость под'ема и опускания при под'емах первого типа

$$v_{max} = 0,55 - 0,75 - 1,0 \text{ м/сек.} \dots\dots\dots (90),$$

при под'емах второго типа ²⁾

$$v_{max} = 0,3 - 0,8 \text{ м/сек.} \dots\dots\dots (91)$$

Максимальная скорость горизонтального движения при под'емах первого типа вдвое больше скорости под'ема, т.-е.

$$v'_{max} = 2 \cdot v_{max} \dots\dots\dots (92)$$

при под'емах второго типа

$$v'_{max} = 1,0 - 2,5 \text{ м/сек.} \dots\dots\dots (93).$$

¹⁾ Как при первом так и при втором типе под'ема бабья висит на двух пересечениях каната, что осуществляется при втором типе с помощью двух барабанов лебедки.

²⁾ Скорость опускания в башне при под'емах второго типа иногда берут вдвое больше скорости под'ема.

Число оборотов барабанов лебедки под'емов первого типа

$$n = \frac{60}{\pi} \frac{v'_{max}}{D} \dots \dots \dots (94).$$

Двигатель лебедки под'емов первого типа при разной величине поднимаемых грузов (руда, горючее) и в разные фазы движения этих грузов (под'ем, спуск, горизонтальное движение) должен преодолевать разные усилия. При определении мощности двигателя необходимо обращать внимание на то, чтобы принятием для расчета нерациональной величины преодолеваемого двигателем усилия не получить слишком большую мощность двигателя. Поэтому здесь, как это можно рекомендовать делать и при других конструкциях колошниковых под'емов (особенно при наклонных под'емах с бадьей), следует определять нормальную мощность двигателя на основании диаграмм общих статических усилий, построенных отдельно для под'ема бадьи с рудой, горючим и спуска порожней бадьи. Для построения этих диаграмм, как уже известно, в качестве абсцисс наносится путь, проходимый канатом, а в качестве ординат величина общего статического усилия, передаваемого канатом на барабан лебедки. Из диаграмм находится общая средняя величина статического усилия W . Нормальная мощность двигателя будет:

$$N_n = \frac{W \cdot v'_{max}}{75 \cdot \eta} \text{ л. с.} \dots \dots \dots (95),$$

где η — общий коэффициент п. д. барабана и передачи от двигателя к барабану.

Мощность двигателя для под'ема при под'емах второго типа следует определять, исходя из мощности, необходимой для под'ема максимального груза, и продолжительности работы двигателя в $\%$ (1). Максимальный груз известен; продолжительность работы двигателя следует брать, принимая во внимание изменяемость поднимаемого груза (руда, горючее) (2).

Двигатель для горизонтального движения при под'емах второго типа должен преодолевать только работу трения, которая складывается из работы трения качения на окружности ходовых колес тележки и из работы трения скольжения на окружности цапф осей этих колес.

Собственный вес тележки при под'емах второго типа можно считать

$$Q_2 = (2,0 - 2,5) Q \dots \dots \dots (96)$$

Двигатели как для под'ема, так и для горизонтального движения, при под'емах второго типа, шунтовые или асинхронные.

Действительный запас прочности канатов при под'емах обоих типов $\sigma' \geq 5$.

Подача загружаемых материалов к под'емам, при рассматриваемой системе загрузки, производится совершенно так же, как при наклонных под'емах с бадьей (типы a , b , c и d).

Число печей, которое может обслуживаться одним под'емом, зависит от производительности отдельных печей и оттого, до какой величины могут быть доведены нагрузки бадей и скорости движения под'ема, чтобы не вредить надежности работы. Местонахождение под'емной башни в ряду печей соображается с местными условиями, от которых зависит также поднимать ли горючее и руду в одной башне или под'ем их должен производиться в разных башнях, применять ли первый или второй тип под'ема.

Сравнивая первый и второй типы под'ема между собой мы можем отметить следующее. При под'емах первого типа требуется больше канатов, чем

¹⁾ Wilhelm Lehmann, Elektrotechnik und elektromotorischen Antriebe, Berlin. 1922, стр. 277—282.

²⁾ Wettlich-Götz, Hebezeuge, Leipzig. 1922, стр. 379.

при втором типе. При под'емах первого типа нет контактных проводов, которые должны быть протянуты вдоль всего пути движения надколошниковой тележки при под'емах второго типа. Число этих проводов зависит от рода тока. При под'емах первого типа как машинист, так и механическое и электрическое оборудование лебедки не подвергаются действию колошниковых газов, чего нельзя сказать при под'емах второго типа, хотя и здесь стараются предохранить машиниста путем устройства для него газонепроницаемого помещения. Если бы при втором типе под'ема место для машиниста сделать неподвижным, с целью лучшей защиты от колошниковых газов, то число контактных проводов, вследствие управления лебедкой издали, увеличилось бы вдвое. Вследствие отсутствия уравнивания мертвого груза и большего веса надколошниковой тележки расход энергии при под'емах второго типа больше, чем при под'емах первого типа.

Если рассматривать только под'емы первого типа, то можно отметить следующее. При расположении каждого под'ема между двумя печами канаты получают короче, чем в случае другого расположения, как, например, когда башни двух под'емов расположены рядом или каждый под'ем может обслуживать все печи. Однако, при последнем устройстве можно избежать особого запасного вспомогательного приспособления для загрузки. При устройстве первом это приспособление имеется в виде крана, передвигающегося над печами (х на фиг. 48). При этом устройстве, когда останавливается один под'ем другой должен поднимать бады для всех печей, работая вообще нормально для собственно им обслуживаемых печей; бады же для других печей ставятся рядом с башней и подаются к печам краном.

Что касается расхода энергии, то таковой для под'емов первого типа, при обслуживании одним под'емом двух печей, приблизительно выражается количеством 1,25 килов.-час. на 1 тонну чугуна.

Положительной стороной загрузки с применением вертикальных под'емов и надколошниковой тележкой можно считать меньшую (в сравнении с наклонными под'емами) стоимость установки и понижение эксплуатационных расходов, а также и возможность легко перейти к этой системе загрузки на старых существующих заводах. Недостатками являются обслуживание одним под'емом нескольких печей, ход которых, таким образом, зависит от исправной работы под'ема, и опасность нарушения плана загрузки печей, перепутав подачу бадей к печам. Однако, как первый недостаток может быть в значительной степени парализован надлежащей прочностью частей под'ема, так и второй недостаток может быть избегнут при надлежащем устройстве управления под'емом и процессом завалки материалов в печи.

При всех рассмотренных выше системах загрузки, как можно видеть, сырые материалы сначала доставляются на склады доменного завода и уже со складов подаются на колошники доменных печей для загрузки. Однако, перегрузка на складах связана с необходимостью иметь место для складывания, в большинстве случаев со складочными сооружениями и оборудованное перегрузочными устройствами, с затратой времени и энергии и часто с потерей материалов. Последнее обстоятельство, особенно сильно отражающееся на коксе, в смысле раздробления его, и служит главной причиной того, что иногда стремятся избежать перегрузки кокса на складах ¹⁾, а подавать его от коксовых печей непосредственно на колошники доменных печей. Если коксовые печи находятся при руднике, на значительном расстоянии от доменного завода, то непосредственную подачу кокса от коксовых печей на колошники доменных

¹⁾ При загрузке бадей, как было сказано, кокс может доставляться от коксовых печей в бадах, но последние перегружаются.

печей производят или по канатной, или по канатной и подвесной дорогам. Если же коксовые печи находятся на доменном заводе, то непосредственная подача кокса производится или по подвесной, или по электро-подвесной (электро-канатной) дороге. Что касается, при этом, подачи руды со складов на колошники доменных печей, то она может производиться или одним из рассмотренных выше способов, или при помощи электро-подвесной (электро-канатной) дороги, что является наиболее рациональным в смысле простоты оборудования на колошнике и сравнительного однообразия работ по загрузке.

При указанных выше условиях могут быть пять комбинаций подачи загружаемых материалов ¹⁾:

1. подача кокса от коксовых печей по канатной дороге непосредственно на колошники доменных печей и руды со складов одним из рассмотренных выше способов;

2. подача кокса от коксовых печей на завод по канатной дороге и здесь, без перегрузки, при помощи подвесной дороги и руды со складов одним из рассмотренных выше способов;

3. подача кокса от коксовых печей на завод по канатной дороге и здесь, без перегрузки, при помощи подвесной дороги и руды со складов при помощи электро-подвесной (электро-канатной) дороги;

4. подача кокса от коксовых печей непосредственно на колошники доменных печей при помощи подвесной дороги и руды со складов при помощи электро-подвесной (электро-канатной) дороги;

5. подача кокса от коксовых печей непосредственно на колошники доменных печей и руды со складов при помощи электро-подвесной (электро-канатной) дороги.

Мы не будем останавливаться на комбинациях 1, 2 и 3, потому что имеющиеся в виду при комбинациях 1 и 2 способы подачи руды (главным образом вертикальный канатный подъем и наклонный подъем с бадьей) нами уже рассмотрены, а при комбинации 3 будет рассмотрен при описании комбинаций 4 и 5. Описание же устройства и действия канатной дороги, равно как и расчет последней по обширности материала выходят из рамок настоящей статьи и излагаются автором подробно в другом месте ²⁾. Поэтому о комбинациях 1, 2 и 3 мы скажем здесь кратко.

При комбинации 1 нагруженные коксом у коксовых печей вагонетки по канатной дороге подаются непосредственно к доменным печам на высоту колошника, где кокс и выгружается в засыпной аппарат печи ³⁾. Канатная дорога обыкновенно двухканатная (немецкой системы) двухколейная непрерывного действия. Руда поднимается обыкновенно или вертикальными канатными подъемниками или наклонными подъемниками с бадьей ⁴⁾.

При комбинации 2 нагруженные коксом у коксовых печей вагонетки по канатной дороге подаются на доменный завод в район складов сырых материалов. Здесь вагонетки с коксом переводятся на путь подвесной дороги и далее, как будет описано при комбинации 4, подаются к засыпным аппаратам печей. Подача руды, как при комбинации 1.

При комбинации 3 подача кокса, как при комбинации 2. Подача руды, как при комбинациях 4 и 5, где и будет описана.

При комбинациях 4 и 5 кокс у коксовых печей, а руда на складах нагружаются первый в вагонетки подвесной или электро-подвесной (электро-

¹⁾ Вообще могут быть и другие комбинации, которые нельзя считать рациональными, а поэтому мы и не рассматриваем их.

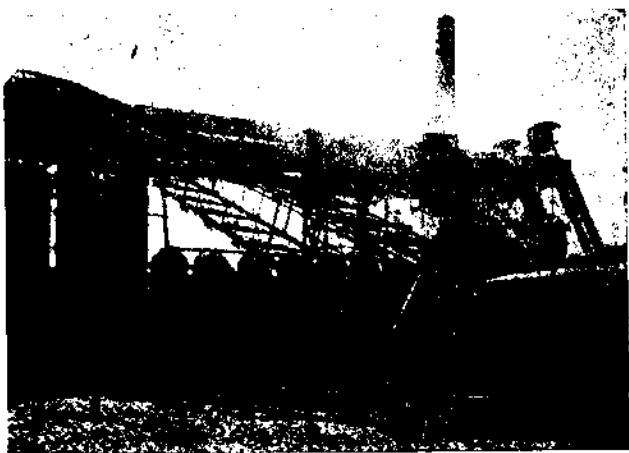
²⁾ Лекции автора по «Канатным дорогам» на Горном Факультете Ленинградского Горного Института.

³⁾ Применяющуюся газгрузку вагонеток канатной дороги в находящиеся на высоте колошников у каждой печи бункера с последующей уже подачей к засыпным аппаратам нельзя считать рациональной вследствие лишней перегрузки кокса.

⁴⁾ При наклонном подъеме с бадьей засыпной аппарат с двойным затвором.

канатной) дороги, а вторая в вагонетки электро-подвесной (электро-канатной) дороги. Нагруженные вагонетки подаются к наклонным мостам, по которым поднимаются на колошниковые площадки печей и здесь опорожняются в засыпные аппараты. Порожние вагонетки возвращаются опять к коксовым печам или на склады руды, где и наполняются вновь. Следовательно здесь (равно как и при комбинациях 2 и 3) подача загружаемых материалов на колошник доменной печи опять складывается из подачи к наклонному мосту (под'ему) и под'ема по последнему с подачей к засыпному аппарату. Согласно принятому нами методу мы рассмотрим подачу загружаемых материалов к наклонному мосту, движение по последнему и завалку в засыпной аппарат.

Заметим предварительно, что для под'ема вагонеток на высоту колошника и подачи их к засыпным аппаратам могут быть следующие варианты устройств. При подаче кокса по подвесной дороге: а) колошниковые площадки всех печей могут быть соединены между собой общим мостом, и под'ем вагонеток с коксом может производиться по одному единственному наклонному мосту, находящемуся у одного конца ряда печей; подача вагонеток от наклонного моста к засыпным аппаратам печей производится тогда по идущей на колошниковом мосту, вдоль печей, подвесной дороге, имеющей ответвления к засыпному аппарату каждой печи; в) колошниковые площадки двух соседних печей соединяются мостом, под'ем вагонеток производится по наклонному мосту, находящемуся между двумя печами, от наклонного моста идут ответвления подвесной дороги к засыпному аппарату каждой печи. В том и другом случае подача руды производится по одному или по двум особым наклонным мостам и от них по особой электроподвесной дороге с ответвлениями к каждой печи.



Фиг. 55. Наклонный мост колошникового под'ема с подвесной дорогой.

При подаче кокса по электро-подвесной (электро-канатной) дороге колошниковые площадки всех печей соединяются между собой общим мостом и под'ем вагонеток с коксом производится по одному единственному наклонному мосту, находящемуся у одного конца ряда печей; подача вагонеток от наклонного моста к засыпным аппаратам печей производится по идущей на колошниковом мосту, вдоль печей, электро-подвесной дороге, имеющей ответвления к каждой печи. Подача руды может производиться или по одному и тому же наклонному мосту с коксом или отдельному наклонному мосту и далее по электро-подвесной дороге к засыпным аппаратам печей.

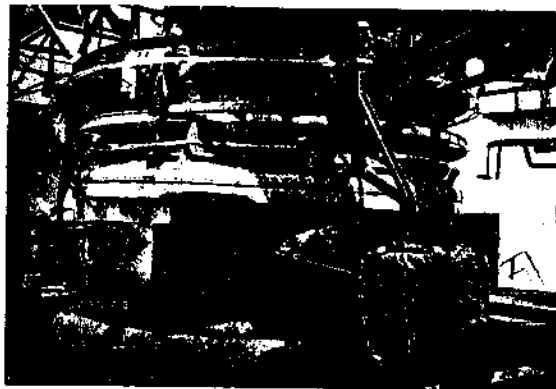
Выбор устройства зависит от местных условий.

Рассмотрим ход работы отдельно при подвесной дороге и при электро-подвесной (электро-канатной) дороге.

При подвесной дороге наполненные коксом вагонетки (комбинация 4) по проложенным на высоте 1,8—2,0 м. (считая от земли до головки рельса) рельсам большею частью вручную подаются к основанию наклонного моста¹⁾, здесь

¹⁾ При комбинациях 2 и 3 вагонетки поступают к основанию наклонного моста по канатной дороге.

сцепляются с бесконечным движущимся вдоль моста в одном направлении ведущим канатом, которым и поднимаются на высоту колошниковой площадки. Поднятые вагонетки отцепляются от ведущего каната и переводятся на подвесную дорогу, идущую вдоль ряда печей (или на ответвления подвесной дороги). По подвесной дороге вручную или с помощью каната вагонетки передвигаются к ответвлениям к отдельным печам. По ответвлениям вагонетки



Фиг. 56. Подача вагонеток на колошнике к засыпному аппарату.

вручную подаются к каждому засыпному аппарату, где опрокидываются и выгружают свое содержимое в засыпной аппарат по его окружности. Порожние вагонетки возвращаются к наклонному мосту, сцепляются здесь с ведущим канатом, с помощью которого опускаются и далее подаются к месту наполнения.

На фиг. 55 показан наклонный мост с идущими вдоль него двумя подвесными рельсами, по которым с помощью каната поднимаются и опускаются вагонетки. На фиг. 56 показана подача вагонеток по ответвлению подвесной дороги к засыпному аппарату печи.

Вагонетки, которые хорошо видны на фиг. 56, в настоящее время большею частью с четырехколесной тележкой и снабжены аппаратом для сцепления с ведущим канатом. Кузов опрокидывается при повороте рукоятки запора у подвески. Емкость вагонеток в настоящее время, можно считать до 1,5 куб. м. Собственный вес вагонеток при емкости (приблизительно):

куб. м.	0,8	1,0	1,3	1,5
кг.	500	600	800	900

При электро-подвесной (электро-канатной) дороге наполненные коксом или рудой вагонетки, каждая при помощи собственного электро-двигателя, по подвесным рельсам приходят на распределительные пути, находящиеся у основания наклонного моста, и



Фиг. 57. Нагрузка вагонеток электро-подвесной дороги коксом у коксовых печей.

останавливаются здесь автоматически (путем выключения электродвигателя) в определенном расстоянии одна от другой. С распределительных путей вагонетки через установленные промежутки времени по одной пускаются к наклонному мосту, где, вследствие того, что при помощи собственного электродвигателя, благодаря сцеплению между колесами и рельсами, вагонетки могут преодолевать подъем только до 6%, они, при выключенном электродвигателе, автоматически сцепляются с движущимся вдоль моста бесконечным ведущим канатом. Ведущий канат поднимает вагонетки на высоту колошника, где вагонетки отцепляются от каната, и одновременно включаются их собственные

двигатели, при помощи которых вагонетки продолжают свой путь по электро-подвесной дороге на колошниковом мосту и при помощи двигателя или вручную подводятся по ответвлениям к засыпным аппаратам печей, где, обходя кругом, и разгружаются. Выгрузка вручную или автоматически. Порожние вагонетки возвращаются к наклонному мосту, где, при выключенном собственном двигателе, сцепляются с ведущим канатом и спускаются вниз.

На фиг. 57 показана нагрузка вагонеток электро-подвесной (электро-канатной) дороги коксом у коксовых печей, а на фиг. 58 рудой у рудных закромов. Так как движение вагонеток непрерывное в одном направлении, то соответственно этому устраиваются подвесные пути у коксовых печей и у рудных закромов. Как у коксовых печей, так и у закромов возвращающиеся порожние вагонетки останавливаются в строго определенном расстоянии одна от другой. На фиг. 59 показана разгрузка вагонеток в засыпной аппарат.

Вагонетки, которые наиболее видны на фиг. 57 и 59, снабжены каждая электродвигателем и аппаратом для сцепления с ведущим канатом на наклонном мосту. Приблизительный вес вагонеток при емкости:

куб. м.	0,8	1,0	1,3	1,5
кгр.	770	890	1100	1250

Чтобы движение вагонеток происходило в определенном порядке в смысле сохранения определенного расстояния между вагонетками, с целью избежания их столкновений, устраивается блокировка пути.

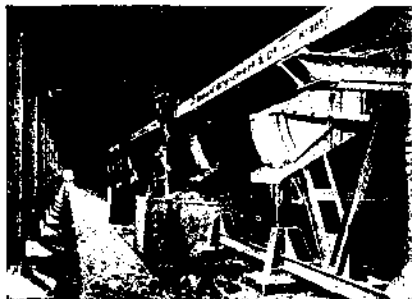


Фиг. 59. Разгрузка вагонеток в засыпной аппарат.

верхнего пояса моста. По этим рельсам с помощью каната и передвигаются вверх и вниз вагонетки. Угол наклона моста, согласно существующим установкам, от 16 до 30°.

Ведущий канат обыкновенно стальной круглый, двойной свивки (чаще продольной свивки).

Привод для ведущего каната помещается или на колошниковой площадке, или под ней. В последнем случае ведущий канат огибает на колошниковой площадке направляющие шкивы и опускается к лебедке. У основания наклонного моста ведущий канат огибает обводный шкив, соединенный с автоматическим натяжным устройством.



Фиг. 58. Нагрузка вагонеток электро-подвесной дороги у рудных закромов.

Наклонный мост при подвесных и электро-подвесных (электро-канатных) дорогах обыкновенно легкой конструкции и состоит чаще всего из двух вертикальных ферм, соединенных между собою поперечными и диагональными связями. Вдоль моста прокладываются два или четыре подвесные рельсы, прикрепленные при помощи металлических поддерживающих башмаков к балкам, проложенным вдоль

Если на колошниковом мосту движение вагонеток по подвесной дороге производится при помощи каната, то этот канат имеет отдельный привод.

Если по подвесной или электро-подвесной (электро-канатной) дороге должно быть подано в сутки на колошники печей A *кп.* кокса, а по электро-подвесной (электро-канатной) дороге B *кп.* руды и известняка, то, считая продолжительность непрерывного действия той или иной дороги T часов в сутки и считая емкость вагонеток $i \cdot \gamma$ *кп.* кокса и $i' \cdot \gamma'$ *кп.* руды или известняка (i —емкость коксовых вагонеток в куб. м., γ —вес куб. м. кокса, i' —емкость рудных вагонеток в куб. м., γ' —вес куб. м. руды или известняка), должно быть подано в сутки

$$\frac{A}{i \cdot \gamma} = z' \text{ вагонеток кокса}$$

и

$$\frac{B}{i' \cdot \gamma'} = z'' \text{ вагонеток руды и известняка,}$$

при чем вагонетки с коксом должны следовать с промежутком времени

$$\frac{T \cdot 60 \cdot 60}{z'} = t' \text{ секунд,}$$

а вагонетки с рудой и известняком с промежутком времени

$$\frac{T \cdot 60 \cdot 60}{z''} = t'' \text{ секунд.}$$

Время t' или t'' обыкновенно не менее 20 сек.

Общее количество необходимых вагонеток для каждой дороги определяется на основании проходимого вагонеткой полного пути или затрачиваемого на один полный пробег времени.

Пусть длина пути вагонетки до основания наклонного моста L_1 м., длина наклонного моста L_2 м. и длина пути (средняя) от наклонного моста до засыпного аппарата и кругом его обратно до наклонного моста L_3 м., тогда общая длина пути, проходимого вагонеткой, в м.:

$$L = 2 L_1 + 2 L_2 + L_3$$

При средней скорости движения v_m м./сек. этот путь проходит вагонеткой в

$$T' = \frac{L}{v_m} \text{ сек.}$$

К этому времени надо прибавить время на остановки при движении каждой вагонетки:

T^{II} — время потребное для разгрузки в засыпной аппарат от 17 до 25 сек,

T^{III} — время потребное на загрузку; при загрузке руды или известняка из закромов от 15 сек. до 2½ мин. и при загрузке кокса от 3 до 5 мин.;

T^{IV} — время потребное на взвешивание вагонеток от 12 до 15 сек.;

T^{V} — время ожидания на пути от 1½ до 6 мин.

Общее время в сек., потребное для пробега одной вагонетки,

$$T_1 = T' + T^{\text{II}} + T^{\text{III}} + T^{\text{IV}} + T^{\text{V}}$$

Следовательно вагонетка может сделать за T часов

$$\frac{T \cdot 60 \cdot 60}{T_1} = m \text{ пробегов}$$

и при этом она подаст или

$$i \cdot \gamma \cdot m \text{ кпг. кокса}$$

или

$$i' \cdot \gamma' \cdot m \text{ кпг. руды и известняка}$$

Потребное число вагонеток для каждой дороги:

$$\frac{A}{l \cdot \gamma \cdot m} = z_1 \text{ или } \frac{B}{l' \cdot \gamma' \cdot m} = z_2$$

Считая при подвесной дороге по z_3 вагонеток на колошниковом мосту и z_4 на станциях нагрузки и разгрузки, а при электро-подвесной (электро-канатной) дороге z_3 вагонеток на распределительных путях, z_4 на колошниковом мосту и z_5 запасных, при чем можно считать при подвесной дороге $z_3 = 10-15\%$, $z_4 = 8-10\%$ и при электро-подвесной (электро-канатной) дороге $z_3 = 25-30\%$, $z_4 = 25-30\%$, $z_5 = 10-12\%$ от количества вагонеток (z_1 или z_2), находящихся в движении, общее число необходимых вагонеток при подвесной дороге:

$$z = z_1 + z_3 + z_4$$

и при электро-подвесной (электро-канатной) дороге

$$z = z_1 + z_3 + z_4 + z_5$$

или

$$z = z_2 + z_3 + z_4 + z_5$$

Обозначим через

Q — вес полезного груза вагонетки в кгр.;

G — собственный вес вагонетки в кгр.;

L_2 — длину пути вагонеток на наклонном мосту в м.;

α — угол наклона моста;

w_r — коэффициент сопротивления движению вагонеток;

z_0 — число вагонеток одновременно поднимающихся или опускающихся на наклонном мосту.

Кроме того примем встречавшиеся обозначения S , p , σ , σ' и L .

Коэффициент сопротивления движению при обыкновенных подшипниках у вагонеток $w_r = \frac{1}{60} - \frac{1}{100}$ и при шариковых подшипниках $w_r = \frac{1}{120} - \frac{1}{150}$.

Номинальный запас прочности ведущего каната следует брать $\sigma = 10$ и действительный запас должен быть $\sigma' \geq 5$.

Аналогично ур. (6), (7), (37) и (38) мы можем написать для ведущего каната на наклонном мосту.

$$S = \frac{p \cdot L}{\sigma} = z_0 (Q + G) (\sin \alpha + w_r \cos \alpha) + p L_2 (\sin \alpha + w_r \cos \alpha) \dots (97)$$

откуда

$$p = \frac{z_0 (Q + G) (\sin \alpha + w_r \cos \alpha)}{\frac{L}{\sigma} - L_2 (\sin \alpha + w_r \cos \alpha)} \dots (98)$$

Двигатель для движения вагонеток по наклонному мосту при помощи каната должен преодолевать разность натяжений поднимающегося и опускающегося концов каната и сопротивления у направляющих шкивов и шкивов лебедки.

Натяжение поднимающегося конца каната.

$$S_1 = \left[z_0 (Q + G) + p L_2 \right] (\sin \alpha + w_r \cos \alpha) + \frac{S_t + W_0}{2}$$

и натяжение опускающегося конца каната

$$S_2 = \left(z_0 G + p L_2 \right) (\sin \alpha - w_r \cos \alpha) + \frac{S_t - W_0}{2},$$

где S_1 — вес натяжного груза у нижнего обводного шкива, приблизительно равный $\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$ разрывающего канат груза; W_0 — сопротивление движению каната у нижнего обводного шкива.

Мощность, потребная для движения

$$N_e = \frac{(S_1 - S_2 + W')v}{75} \text{ л. с.} \dots \dots \dots (99)$$

где W' — сопротивление у направляющих шкивов и шкивов лебедки.

Скорость движения при подвесной дороге $v = 1,0 - 1,5$ м/сек. и при электро-подвесной (электро-канатной) дороге $v = 0,8 - 1,0$ м/сек.

Мощность двигателя

$$N = \frac{(S_1 - S_2 + W')v}{75 \eta} \text{ л. с.} \dots \dots \dots (100),$$

где η — общий коэффициент пол. д. передачи от двигателя до приводного шкива.

Ведущий канат проверяется на суммарное натяжение от растяжения под действием полного максимального натяжения в поднимающемся конце и от изгиба.

Подвесные рельсы на наклонном мосту рассчитываются на изгиб, как балка, свободно лежащая на двух опорах и нагруженная сосредоточенным грузом.

Изгибающий момент

$$M_{изг} = \frac{(Q + G + p \cdot l) \cos \alpha \cdot l}{4} \dots \dots \dots (101),$$

где l — длина пролета между двумя местами подвешивания рельса.

Если сравнивать между собой подвесную и электро-подвесную (электро-канатную) дороги, то *a priori* трудно решить, которую лучше выбрать. Подвесная дорога с движением при помощи каната в некоторых случаях может обойтись при постройке дешевле электро-подвесной дороги, а также и быть более выносливой в работе. Напротив, электро-подвесная дорога отличается большей независимостью работы. Вообще же выбор устройства можно произвести в каждом отдельном случае только на основании тщательных экономических расчетов.

Что касается расхода энергии, то, принимая во внимание только под'ем по наклонному мосту и движение к засыпным аппаратам и обратно, можно считать приблизительно при подаче кокса по подвесной дороге 0,3 килов.-час. и по электро-подвесной (электро-канатной) дороге 0,38 — 0,40 килов.-час. на 1 тонну кокса; при подаче руды по электро-подвесной (электро-канатной) дороге 0,28 — 0,30 килов.-час. на 1 тонну руды.

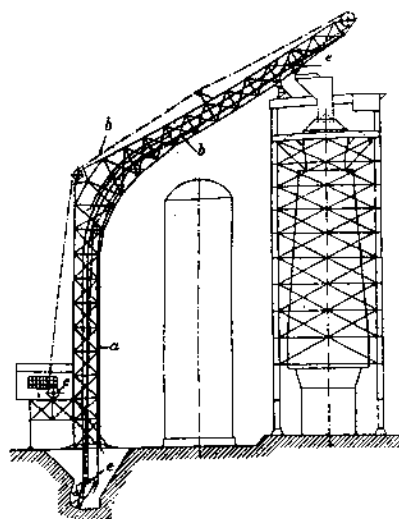
К преимуществам загрузки при помощи подвесной или электро-подвесной (электро-канатной) дороги можно отнести меньшую в сравнении с наклонными под'емами стоимость установки, приспособляемость к существующим местным условиям, что особенно важно при перестройке старых заводов, малое число перегрузок шихты (2—3 раза) и сравнительное сокращение числа обслуживающих рабочих.

Недостатками же являются необходимость иметь рабочих на колошнике, потому что опрокидывание вагонеток у засыпного аппарата обыкновенно производится вручную; сравнительно короткий срок (3—4 месяца) службы ведущего каната, причиной чего служит изгиб каната в разных направлениях, равно как и частые прицепления вагонеток. При электро-подвесной дороге следует обращать особое внимание на исправность тормозов у тележек вагонеток, потому что при неисправности тормозов вагонетки будут сталкиваться между собой, в результате чего будут портиться их электродвигатели.

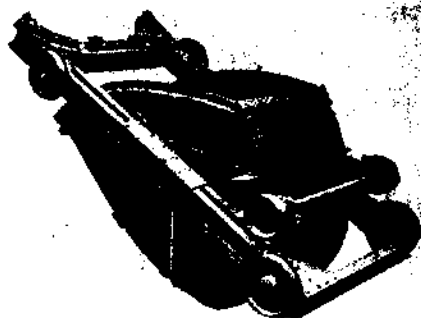
Как можно видеть, применяемые при всех системах загрузки способы подачи загружаемых материалов на колошник доменной печи имеют свои достоинства и недостатки. Поэтому, понятно, что давно делались попытки применить такое устройство, которое совмещало бы в себе достоинства разных типов под'емов, но было бы лишено их недостатков. Появившиеся в качестве результатов

этих попыток особые типы колошниковых под'емов не получили распространения, и поэтому мы рассмотрим их вкратце, только ради полноты нашего обзора.

На фиг. 60 показана схема криволинейного под'ема для автоматической

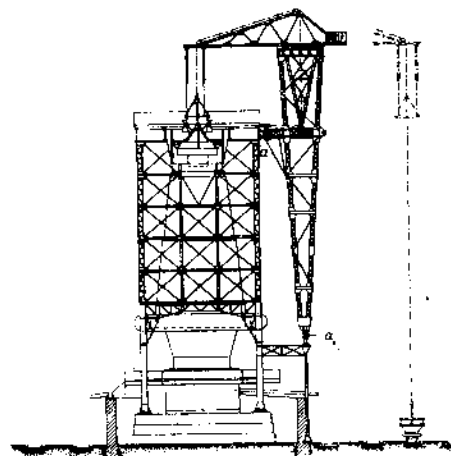


Фиг. 60. Криволинейный колошниковый под'ем (масштаб 1 : 750).



Фиг. 61. Бадья криволинейного колошниково-го под'ема.

засыпки при помощи опрокидывающихся бадей. Под'ем состоит из металлической башни *а*, внутри которой с помощью канатов *в-в*, приводящихся лебедкой *с*, передвигаются две бадьи *е-е*, при чем когда одна бадья поднимается, другая опускается. Башня под'ема внизу вертикальна, а вверху наклонна. Переход от вертикальной части к наклонной, для избежания толчков, сделан по плавной кривой, откуда и получил свое название под'ем. Бадья (фиг. 61) так шарнирно подвешена к раме, снабженной четырьмя колесами, что в нагруженном состоянии она все время стремится опрокинуться вперед. Однако, во время под'ема бадья удерживается в отвесном положении при помощи направляющих роликов и направляющих рельс. У места разгрузки бадьи направляющие рельсы прерываются и бадья опрокидывается. У построенного на одном из заводов Германии такого под'ема бадья вмещает 3700 кр. руды или 2500 кр. кокса. При скорости движения 0,75 м/сек. в час поднимается 12 бадей руды и 14 бадей кокса. Высота под'ема бадьи приблизительно 43 м.



Фиг. 62. Башенный поворотный кран для загрузки доменных печей

На фиг. 62 показано применение башенного поворотного крана для автоматической загрузки доменных печей при помощи бадьи с опускающимся днищем. При положении вылета, показанном пунктиром, кран берет бадью с подачного вагона и поднимает ее, пока бадья не накроется шлемом. Затем вылет

крана с поднятой бадьей поворачивается на 180° , и бадья опускается на засыпной аппарат. Опораживание бадьи производится так же, как и при наклонных под'емах. Порожняя бадья снимается с засыпного аппарата. Вылет крана поворачивается на 180° (общий поворот вылета на 360°), и бадья опускается на подачную вагон. Кран передвигается по двум путям — a и a_1 , расположенными на разной высоте. Один кран может обслуживать две печи, хотя нормально для каждой печи нужен отдельный кран.

В заключение приведем сравнительные стоимости по ценам довоенного времени некоторых колошниковых под'емов и засыпных и газоулавливающих аппаратов.

1. Вертикальные канатные под'емы.

Произв. печи в тонн.	150	250	400
Под'ем	25000 руб.	30000 руб.	35000 руб.
Засыпн. и газоул. аппарат.	10000 »	15000 »	20000 »

2. Под'емы Tümmler'a.

Произв. печи в тонн.	150	250	400
Под'ем	35000 руб.	40000 руб.	45000 руб.
Засыпн. и газоул. аппарат.	25000 »	30000 »	35000 »

3. Наклонные под'емы с вагонетками.

Произв. печи в тонн.	400	500	600
Под'ем	50000 руб.	60000 руб.	70000 руб.
Засыпн. и газоул. аппарат. 1)	30000 »	35000 »	40000 »

4. Наклонные под'емы с бадьей.

Произв. печи в тонн.	400	500	600
Под'ем	60000 руб.	80000 руб.	100000 руб.
Засыпн. и газоул. аппарат.	180000 »	230000 »	275000 »
Засыпн. и газоул. аппарат.	20000 »	23000 »	25000 »

Таблица 5.

Разрывающая длина трехгранно-прядевых канатов.

Сопротивление разрыву круглых проволок K_{zt} кгп/см ² .	13000	14000	15000	16000	17000	18000
Разрывающая длина L м.	13530	14500	15330	16230	17125	18025
	13920	14860	15810	16750	17700	18645
	14260	15240	16180	17140	18130	19120

1) Засыпной аппарат с вращающейся воронкой.

Таблица 6.

Наклонные электрические колошниковые под'емы с опрокидывающимися вагонетками большой емкости.

№	Число под'емов в час.	Полезный груз кгр.	Максимальная скорость под'ема м/сек.
1	16	8000	2,00
2	16	8000	2,00
3	—	7500	1,20
4	20	5000	0,75
5	—	7500	1,20
6	20	5000	0,90
7	20	7000	1,40
8	28	3500	3,00
9	29	4500	2,00
10	27	8000	2,00

Таблица 7.

Наклонные колошниковые под'емы для загрузки при помощи бады с моторной тележкой и балансиром над колошником (тип. Pohlrig'a).

№	Число под'емов в час.	Полезный груз кгр.	Максимальная скорость под'ема м/сек.
1	21	6000	1,25
2	21	6000	1,25
3	18	6000	1,00
4	21	6000	1,25
5	18	6000	1,00
6	19	10000	1,25
7	19	10000	1,25
8	21	6000	1,25
9	20	3000	1,40
10	20	3000	1,00

Таблица 8.

Наклонные колошниковые под'емы для загрузки при помощи бады с рычажной грузовой тележкой и противовесом (тип. Stähler-Dezag).

№	Число под'емов в час.	Полезный груз кгр.	Максимальная скорость под'ема м/сек.
1	15	12000	1,50
2	10	9400	0,80
3	12	5540	1,75
4	20	5000	1,20
5	15	6000	1,20
6	20	8000	1,00
7	13	7000	1,20
8	20	7000	1,40
9	10	7500	1,00
10	20	6000	1,20
11	12	14000	1,50

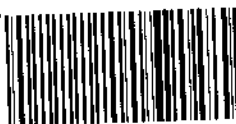
Таблица 9.

Наклонные колошниковые под'емы для загрузки при помощи бады с лебедкой с двумя барабанами — для под'ема и передвижения и с противовесом (тип. М. А. Н.).

№	Число под'емов в час.	Полезный груз кгр.	Максимальная скорость под'ема м/сек.
1	15	3500	0,78
2	14	8000	1,20
3	10	10000	1,20
4	6	18000	1,20

1927

RLST



0000000028282

- 302987 -