

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ТИП ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК ШАХТ КУЗБАССА

(В порядке обсуждения)

И. К. ХРУСТАЛЕВ

(Представлено научным семинаром горно-механического факультета ТПИ)

Стандартизация отечественных подъемных машин была начата в 1931 г. Государственный институт норм и стандартов каменноугольной промышленности (ГИНСКУП) на первой конференции по стандартизации горного оборудования в феврале 1931 г. впервые наметил стандартный ряд цилиндрических барабанов рудничных подъемных машин. В 1933 г. Центральное бюро стандартов каменноугольной промышленности (ЦБСКУП), заменившее ГИНСКУП, предложило уточненный стандарт. Дальнейшее развитие стандартизации подъемных машин шло по пути уточнения этого первого стандартного ряда.

В основу стандарта на подъемные машины были положены следующие условия:

1. Минимальное отношение диаметров барабана и каната не менее восьмидесяти.
2. Минимальное число стандартных барабанов, отличающихся своими размерами.
3. Навивочные поверхности отдельных барабанов не должны перекрывать друг друга, т. е. не должно быть двух барабанов различных размеров с одинаковыми навивочными поверхностями.
4. Временное сопротивление разрыву проволок каната было принято $\sigma_b = 150 \div 160 \text{ кг/мм}^2$.

В результате развития и уточнения стандарта в настоящее время заводы тяжелого и угольного машиностроения изготовляют следующие двухбарабанные подъемные машины: $2 \times 2, 5 \times 1$; $2 \times 2, 5 \times 1,2$; $2 \times 3 \times 1,215$; $2 \times 3 \times 1,26$; $2 \times 3 \times 1,5$; $2 \times 3,5 \times 1,5$; $2 \times 4 \times 1,7$; $2 \times 5 \times 1,7$; $2 \times 5 \times 2,3$; $2 \times 6 \times 2,4$.

Области применения подъемных машин приведенного стандартного ряда показаны на рис. 1 и 2¹⁾.

Анализ области применения стандартного ряда двухбарабанных машин показывает, что он обладает существенными недостатками и особенно при применении машин этого ряда для неглубоких шахт.

Нами проанализированы подъемные машины на 38 подъемных установках шахт Кузбасса и некоторых других бассейнов с высотой подъема до 400 м. Общая навивочная поверхность этих подъемных машин ($\pi \times D_b \times B_b$)

¹⁾ 1. При построении кривых области применения машин мы пользовались методом члена-корреспондента АН СССР, проф. доктора А. С. Ильичева.

2. Временное сопротивление разрыву проволок каната принято 160 и 180 кг/мм².

3. В качестве подъемных сосудов приняты стандартные скипы для угольной промышленности.

составляет $715,75 \text{ м}^2$, навивочная поверхность, занятая канатом, равна $463,02 \text{ м}^2$, или полезно используется только 61% , а 39% навивочной поверхности (или ширины барабанов) данных подъемных машин вращается вхолостую, совершенно не используется.

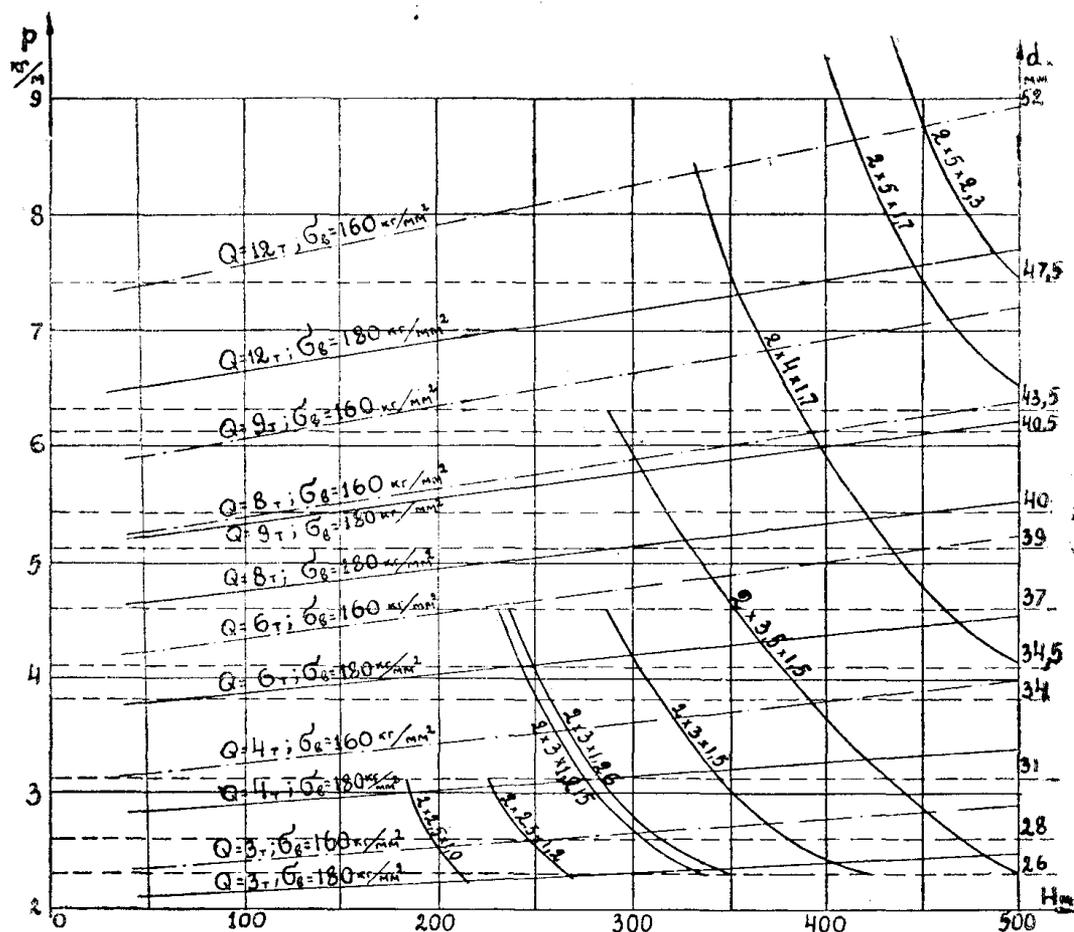


Рис. 1. Область применения подъемных машин существующего стандартного ряда (скиповой подъем)

Этот краткий расчет показывает, что машины стандартного ряда не отвечают основному требованию партии и правительства об экономичности, и только одно это уже наводит на мысль о необходимости пересмотра стандарта на машины, создании экономичного, наиболее гибкого стандартного ряда машин с высокой прочностью их элементов.

Рассмотрим причины, которые привели к такому нерациональному использованию машин существующего стандартного ряда.

Для подъемных установок Кузбасса характерна, как правило, большая производительность (до 5000 т/сутки и более) и небольшая высота подъема (до 400 м).

Большая производительность подъемов ведет к применению большой концевой нагрузки, что в свою очередь ведет к применению канатов и барабанов с большими диаметрами. Небольшая высота подъема приводит к тому, что навивочная поверхность используется неполностью.

Кроме того, большие концевые нагрузки требуют применения машин большой прочности и поэтому по условиям прочности очень часто принимаются машины завышенных размеров.

На самом деле, по условиям навивки каната на барабан для подъемных установок с шеститонными скипами можно применять машины с диаметром

барабана $D_0 = 3$ м (рис. 1). Однако данные машины обладают недостаточной прочностью, и их можно применять для подъемных установок неглубоких шахт только со скипами емкостью 3 и 4 т. Для подъемов же с шеститонными скипами приходится применять машину $2 \times 4 \times 1,7$. Точно так же в случае применения трехтонных скипов нельзя применять машины с диаметром барабана два метра, а для четырехтонных — машины с $D_0 = 2,5$ м.

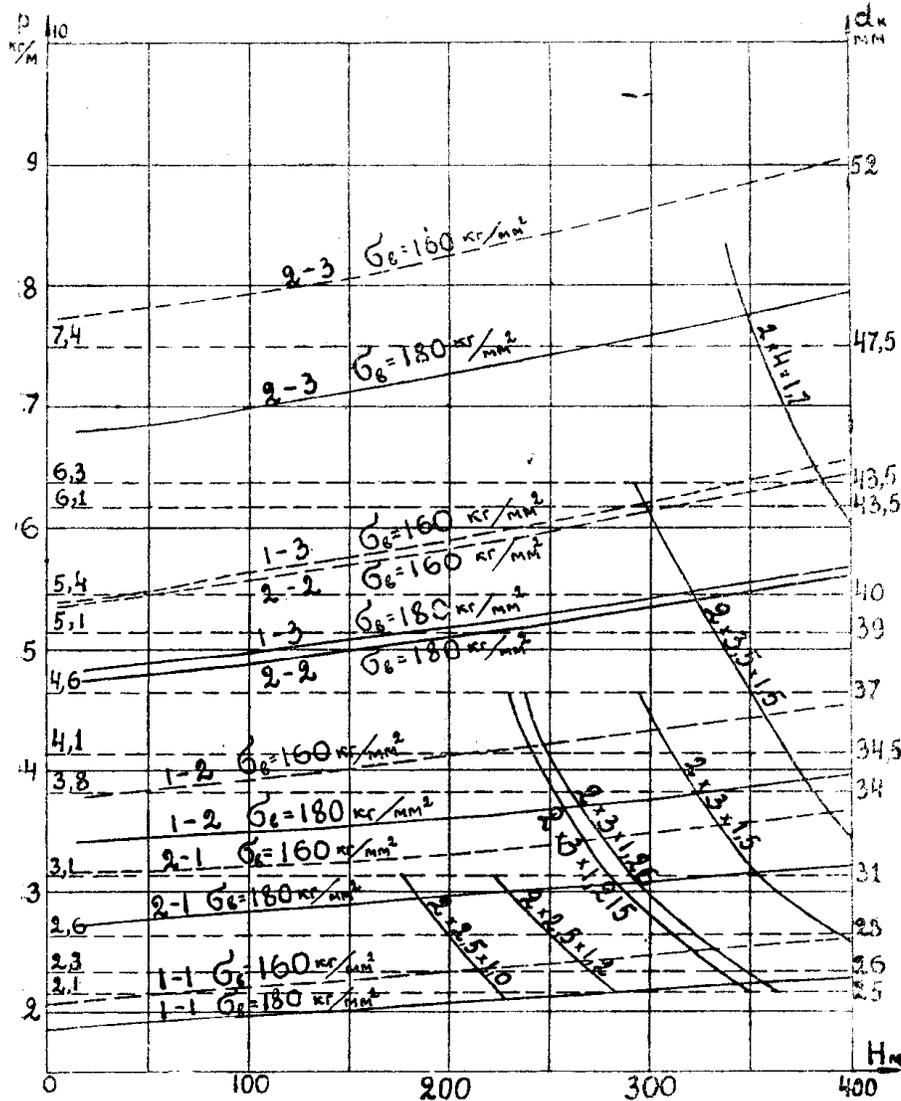


Рис. 2. Область применения существующего стандартного ряда подъемных машин (клетевой подъем)

1—1—одноэтажная клеть на однотонную вагонетку; 1—2—одноэтажная клеть на двухтонную вагонетку; 1—3—одноэтажная клеть на трехтонную вагонетку; 2—2—двухэтажная клеть на двухтонную вагонетку; 2—3—двухэтажная клеть на трехтонную вагонетку; 2—1—двухэтажная клеть на однотонную вагонетку.

Это приводит к тому, что на одной из подъемных установок треста „Кемеровоуголь“ по условиям навивки каната на барабан можно было бы поставить машину с $D_0 = 3$ м, там же установлена $2 \times 4 \times 1,7$, и навивочная поверхность используется только на 31,2%. Такие случаи не единичны, они имеют место как в Кузбассе, Донбассе, так и в других бассейнах.

На основании вышеизложенного нами и была поставлена перед собой задача провести краткий анализ стандартного ряда подъемных машин и внести предложения к его улучшению.

Необходимо заметить, что данный вопрос не нов, им занимались проф. доктор Г. М. Еланчик, член-корр. АН СССР проф. доктор А. С. Ильичев и др. В работах указанных ученых имеются соответствующие предложения по улучшению стандарта, с которыми мы не можем полностью согласиться, так как они не меняют существо вопроса.

Проф. доктор А. С. Ильичев, кроме предложений улучшения стандартного ряда двухбарабанных машин, предлагает ряд машин с одним разрезным барабаном. Нельзя не согласиться, что данный ряд является экономичным, но его применение сопряжено с целым рядом трудностей, как-то: сложность устройства расцепных приспособлений для половин барабана, трудность применения футеровки барабана, а в случае применения гладкой стальной футеровки необходимость применения приспособлений для правильной навивки каната на барабан.

Однобарабанные же машины с обычными барабанами вызывают трудности при регулировке длины канатов, не позволяют одновременной работы подъемной установки с нескольких горизонтов и пр. и поэтому используются, как правило, на вспомогательных подъемных установках.

Наиболее простыми и удобными в эксплуатации являются двухбарабанные подъемные машины, которые имеют наибольшее применение в настоящее время. Они, очевидно, найдут широкое применение в будущем и особенно при небольших глубинах шахт. Поэтому, на наш взгляд, создание экономичного и гибкого ряда двухбарабанных подъемных машин является первоочередной задачей.

Основными условиями такого ряда должны быть следующие:

1. Гибкость и экономичность использования стандартного ряда подъемных машин.

2. Повышенная прочность машин этого ряда, рассчитанных на максимальную возможную нагрузку с применением канатов и временным сопротивлением проволок разрыву $\sigma_b = 180 \text{ кг/мм}^2$.

3. Минимальное отношение диаметров барабана и каната не менее 80.

Исходя из этих условий, нами произведен расчет и построены кривые зависимостей необходимых навивочных поверхностей в зависимости от высоты подъема, диаметров каната и барабана и емкости скипов. Предельная высота подъема принята 400—500 м (рис. 3 и 4).

Ввиду того, что по условиям навивки в этом случае для всех типов скипов не требуются диаметры барабанов более 4,5 м, машины с диаметром барабанов 5 и 6 м нами не рассматриваются.

Навивочные поверхности машин $2 \times 3 \times 1,215$ и $2 \times 3 \times 1,26$ мало отличаются одна от другой, поэтому нами предлагается оставление в стандарте только машины $2 \times 3 \times 1,26$.

Необходимо оставить в стандарте ранее выпускавшуюся машину с барабанами $2 \times 3 \times 1$. Она может быть применена на установках с 4-тонными скипами с высотой подъема до 350 м и более, и с 6-тонными скипами с высотой подъема 300 м.

Необходимо внести в стандарт машины с размерами барабанов $2 \times 3,5 \times 1,2$; $2 \times 3,5 \times 1,7$ и $2 \times 4,5 \times 1,7$. Это позволит созданию более гибкого ряда машин и более экономичного их использования.

При пересмотре стандартного ряда подъемных машин мы исходили из того, что во всех случаях неиспользованная навивочная поверхность не должна превышать 30%. Исходя из этого, предлагаются машины с размерами барабанов $2 \times 2,5 \times 1$; $2 \times 2,5 \times 1,2$; $2 \times 3 \times 1$; $2 \times 3 \times 1,26$; $2 \times 3 \times 1,5$; $2 \times 3,5 \times 1,2$; $2 \times 3,5 \times 1,5$; $2 \times 3,5 \times 1,7$; $2 \times 4 \times 1,7$; $2 \times 4,5 \times 1,7$.

Для глубин шахт до 400 м для всех емкостей скипов машины с диаметром барабана более 4,5 м не потребуются, а с применением двухслойной навивки каната на барабан машина $2 \times 4,5 \times 1,7$ может обслуживать подъемную установку с высотой подъема до 1000 м.

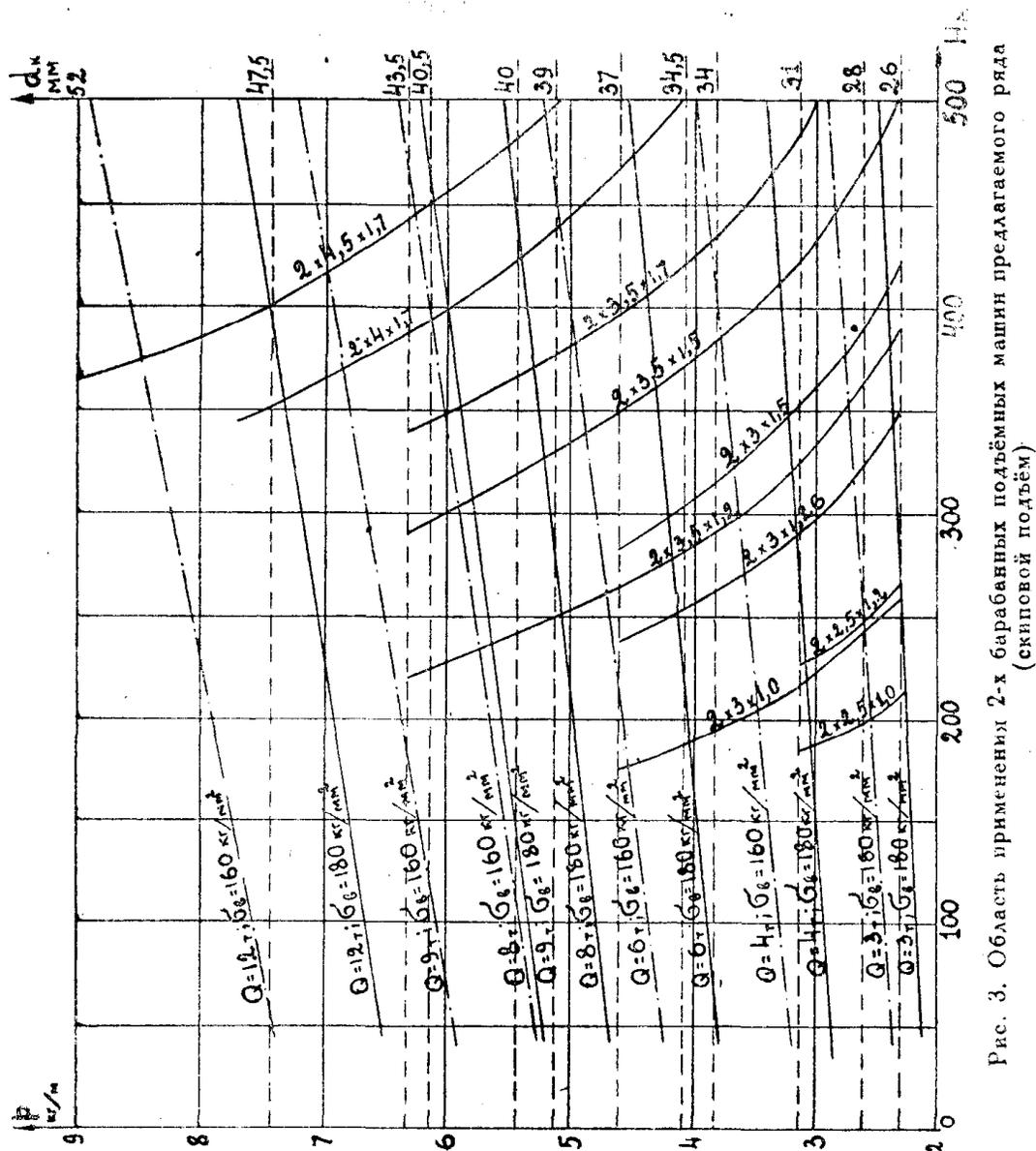


Рис. 3. Область применения 2-х барабанных подъемных машин предлагаемого ряда (скиповой подъем)

Для Кузбасса же и аналогичных условий для грузовых подъемов вполне достаточно применение подъемных машин с максимальными размерами барабанов $2 \times 3,5 \times 1,7$. Подсчеты показывают, что в абсолютном большинстве случаев больших машин не требуется и для клетевых подъемных установок (рис. 3 и 4).

Для обслуживания клетевых подъемов глубоких шахт, где правилами безопасности разрешена только однослойная навивка, на наш взгляд следует оставить также в стандарте машины $2 \times 5 \times 1,7$; $2 \times 5 \times 2,3$ и $2 \times 6 \times 2,4$.

Области применения машин предлагаемого ряда показаны на рис. 3 и 4.

В табл. 1 приводится необходимая расчетная прочность машин предлагаемого ряда. Экономичность применения машин предлагаемого ряда видна из табл. 2.

Из сказанного выше следует, что в случае создания машин надлежащей прочности (табл. 1) возможно применение вместо машин $2 \times 4 \times 1,7$, машин с диаметром барабанов 3 и 3,5 м, а вместо машин $2 \times 5 \times 1,7$ — машин с диаметром барабана 4,5, 4 и даже 3,5 м, а это, как видно из табл. 2, дает большую экономию средств на здание и фундамент. Например, применение машины $2 \times 3,5 \times 1,7$ вместо $2 \times 4 \times 1,7$ дает экономию

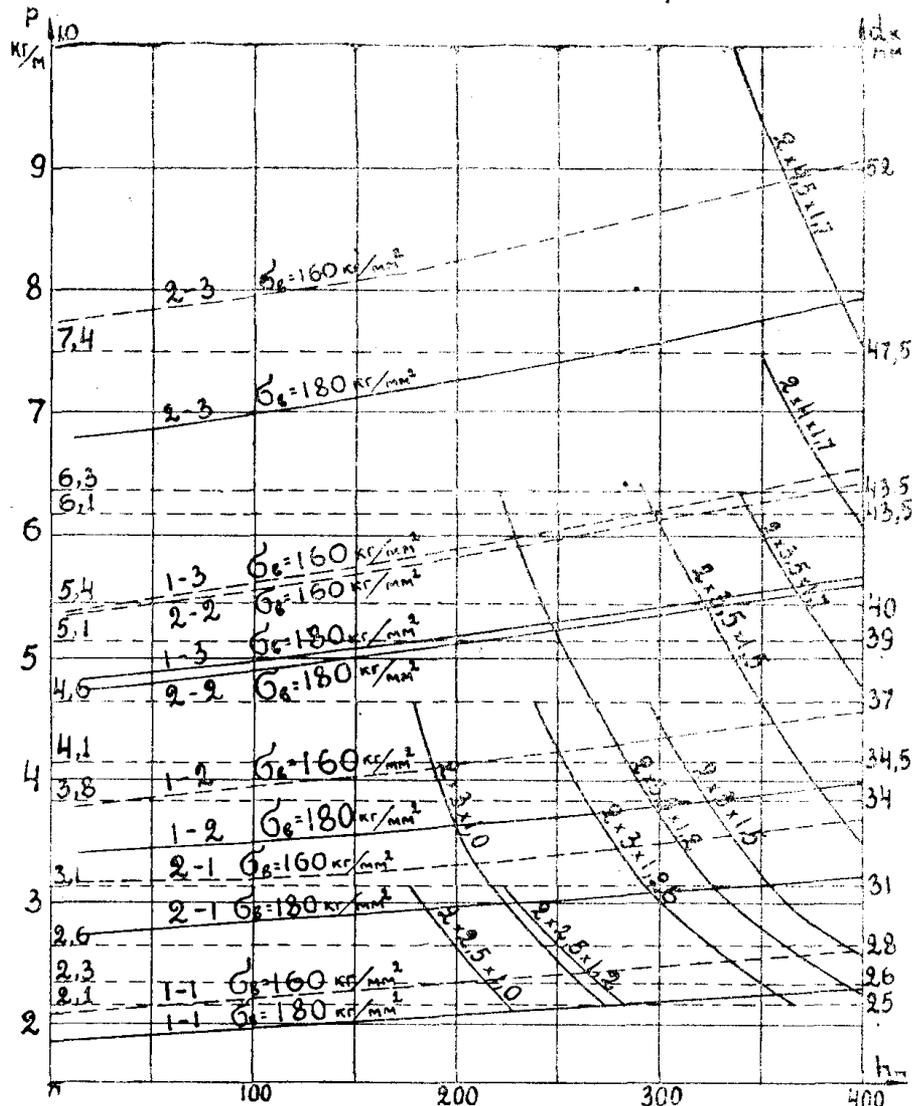


Рис. 4. Область применения предлагаемого ряда подъёмных машин (клетевой подъем)

1—1—одноэтажная клеть на однитонную вагонетку; 1—2—одноэтажная клеть на двухтонную вагонетку; 1—3—одноэтажная клеть на трехтонную вагонетку; 2—1—двухэтажная клеть на однитонную вагонетку; 2—2—двухэтажная клеть на двухтонную вагонетку; 2—3—двухэтажная клеть на трехтонную вагонетку

средств на сооружение здания на 15%, применение машины $2 \times 3,5 \times 1,5$ дает экономию на 20% и применение машины $2 \times 3 \times 1,5$ экономит на здании около 30%. Точно так же применение вместо машины $2 \times 5 \times 1,7$, машин $2 \times 4,5 \times 1,7$, $2 \times 4 \times 1,7$ и $2 \times 3,5 \times 1,7$ дает экономию в расходовании средств на сооружение здания и фундамента соответственно на 15, 25 и 30%.

Таблица 1

Необходимая расчетная прочность машин предлагаемого ряда

| № пп. | Машина | Максимальное статическое натяжение одной ветви каната (проектное), кг | Максимальный полезный вес сосуда, т | Максимальный диаметр каната, мм | Максимальная высота подъема при максимальном диаметре каната, м | Максимальный вес одного погонного м каната, кг/м | Максимальная конечная нагрузка, кг | Вес каната, кг | Расчетное максимальное статическое натяжение одной ветви каната, кг | Необходимое проектное статическое натяжение одной ветви каната, кг | Суммарное разрывное сопротивление каната при материале проволок, кг |
|-------|------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|---|--|------------------------------------|----------------|---|--|---|
| 1 | 2×2, 5×1 | 7500 | 4 | 31 | 175 | 3,1 | 8120 | 541 | 8660 | 9000 | 64500 |
| 2 | 2×2, 5×1,2 | 7500 | 4 | 31 | 225 | 3,1 | 8120 | 700 | 8820 | 9000 | 64500 |
| 3 | 2×3×1 | — | 6 | 37 | 175 | 4,6 | 10565 | 805 | 11370 | 12000 | 92800 |
| 4 | 2×3×1,26 | 10000 | 6 | 37 | 250 | 4,6 | 10565 | 1150 | 11715 | 12000 | 92800 |
| 5 | 2×3×1,5 | 10000 | 6 | 37 | 290 | 4,6 | 10565 | 1345 | 11910 | 12000 | 92800 |
| 6 | 2×3,5×1,2 | — | 9 | 43,5 | 225 | 6,3 | 13725 | 1420 | 15145 | 16000 | 126000 |
| 7 | 2×3,5×1,5 | 16000 | 9 | 43,5 | 290 | 6,3 | 13725 | 1830 | 15555 | 16000 | 126000 |
| 8 | 2×3,5×1,7 | — | 9 | 43,5 | 335 | 6,3 | 13725 | 2110 | 15835 | 16000 | 126000 |
| 9 | 2×4×1,7 | 19300 | 12 | 47,5 | 350 | 7,4 | 18385 | 2500 | 20*85 | 21000 | 152000 |
| 10 | 2×4,5×1,7 | — | 12 | 56 | 325 | 10,6 | 18385 | 3450 | 21835 | 22000 | 212000 |

Применение малогабаритных машин вместо большеразмерных, кроме указанного выше, дает большую экономию в металле на изготовление подъемных машин и в затратах на подъемные машины, а также значительно уменьшит расход энергии. Это заключение можно сделать из сравнения весов барабанов, приведенных в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Капитальные затраты на здания подъемных машин и приближенные приведенные веса барабанов

| № пп. | Машина | Диаметр барабана, м | Ширина барабана, м | Наивысшая поверхность ПДВ, м ² | Приближенный приведенный вес барабанов, кг | Примерная общая стоимость здания и фундамента (см. прейскурант цен на строительство предприятий в Карагандинском бассейне, Главшахтопроект, Москва, 1952). Тыс. руб. |
|-------|-----------|---------------------|--------------------|---|--|--|
| 1 | 2×2,5×1 | 2,5 | 1,0 | 7,84 | 3750 | 176 |
| 2 | 2×2,5×1,2 | 2,5 | 1,2 | 9,4 | 4120 | 180,3 |
| 3 | 2×3×1 | 3,0 | 1,0 | 9,42 | 5400 | 180 |
| 4 | 2×3×1,125 | 3,0 | 1,215 | 11,45 | 6000 | 188,8 |
| 5 | 2×3×1,26 | 3,0 | 1,26 | 11,7 | 6100 | 188 |
| 6 | 2×3,5×1,2 | 3,5 | 1,2 | 13,2 | 8050 | 189,4 |
| 7 | 2×3×1,5 | 3,0 | 1,5 | 14,15 | 6800 | 193,7 |
| 8 | 2×3,5×1,5 | 3,5 | 1,5 | 16,5 | 9150 | 214,7 |
| 9 | 2×3,5×1,7 | 3,5 | 1,7 | 18,7 | 9850 | 252,5 |
| 10 | 2×4×1,7 | 4,0 | 1,7 | 21,4 | 12900 | 280,2 |
| 11 | 2×4,5×1,7 | 4,5 | 1,7 | 24 | 16400 | 303,1 |
| 12 | 2×5×1,7 | 5,0 | 1,7 | 26,7 | 20250 | 388,2 |

Выводы

1. Существующий ряд стандартных подъемных машин противоречит основным требованиям партии и правительства—создания прочных машин с наименьшим расходом металла и рационального использования промышленного оборудования, следовательно, он не экономичен.

2. Существующий стандартный ряд машин не гибок, он не рассчитан на применение малогабаритных машин для мощных подъемных установок неглубоких шахт, поэтому в этих случаях приходится применять машины со значительно завышенными размерами, что, в свою очередь, ведет не только к удорожанию установок, но и к их усложнению.

3. На основании сказанного следует вывод, что стандарт на подъемные машины устарел и требует пересмотра, причем в основу нового стандарта должно быть положено основное условие—экономичность.

4. Сделанные в настоящей работе предложения по улучшению стандарта на машины отражают требования настоящего времени и более полно обеспечивают приведенное выше условие.