

Инж. С. Балакшин

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ МЕЛЬНИЦ

**„Steam plant are doomed
in the millins industry“**

ТОМСК

1930

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Введение	1
Глава I. Положение электрификации мельниц в СССР в настоящее время	5
Глава II. Технические основы электрификации мельниц	→
Расход энергии различными типами мельниц и распределение ее	10
Глава III. Передача энергии с мельницы электричеством	—
Двигатели постоянного тока	35
Двигатели переменного тока	37
Общее устройство передачи электричеством в мукомольных мельницах	59
Глава IV. Электрическое освещение мельниц	65
Глава V. Экономические основы электрификации мельниц	81
Глава VI. Примеры электрификации мельниц	92
Глава VII. Электрификация сельско-хозяйственных мельниц	109
Глава VIII. Перспективы электрификации мельниц	104
Глава IX. Заключение	110
Приложение. Общие данные и таблицы	111
Резюме	117
Литература по электрификации мельниц	119
Алфавитный указатель	120

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Полная реконструкция промышленного хозяйства СССР на новых социалистических началах, с проведением широкого плана электрификации всей республики, актуально выдвинула вопрос об электрификации наших мельниц.

Быстрый рост электрификации мельниц и необходимость иметь данные, освещающие этот вопрос, при полном почти отсутствии литературы на русском языке на эту тему, были причиной появления настоящей работы автора.

Под электрификацией мельниц нужно бы, строго говоря, понимать не только переход на движение электричеством мельничных машин и механизмов и применение электрического освещения, но и вообще самое широкое применение электрической энергии в мукомольном деле, как например, применение ее для удаления пыли, электровеек и т. д., но так как практически это пока еще дело будущего, то автор уделил главное внимание только первым двум вопросам.

В настоящем труде автор имел целью познакомить, главным образом, работников мукомольного дела с этой сравнительно новой и крайне важной проблемой, дав как общее знакомство, так и приведя главные данные по технике и экономике для перехода на электроэнергию и эксплуатацию электрифицированных мельниц.

Ввиду того, что вопрос о затрате энергии на движение мельницы и распределение ее имеет главное значение при электрификации, ему уделено особое внимание, с приведением ряда данных и обобщающих выводов для мельниц как с.-х. типа, так и товарного.

У автора было также желание в этой работе дать студентам, изучающим мукомольное дело, пособие при проектировании электрификации мельниц.

Руководя кафедрой мукомольного дела в Сибирском Технологическом Институте в Томске и имея опыт постройки мельниц, автор по возможности использовал свое знакомство с вопросами мукомольного дела и энергетики, широко пользуясь также новейшей, особенно иностранной, литературой, успехами и опытом заграницы.

В настоящей работе желательно было также дать ряд практических данных относящихся к электрификации мельниц в СССР, что и удалось сделать благодаря содействию наших крупнейших хозорганizations „ГЭТ“ и „Союзхлеба“, идущих в авангарде проведения электрификации мельниц в Республике.

За снабжение этими ценными данными считаю необходимым выразить здесь свою благодарность начальнику Стройуправления Союзхлеба в Москве Лель К. Д. и инженерам Кузнецкому В. И. и Манасевичу И. Б., управляющему Отдел. Промустановок „ГЭТ“ в Москве инж. Леви Г. П. и инж. Зилу Л. Г.

Несомненно, эти данные, наравне с новейшими данными заграничной литературы, представят для читателей СССР особый интерес.

Если эта работа убедит хотя бы нескольких работников мукомольного дела в необходимости скорейшего перехода мельниц на электроэнергию и будет толчком для осуществления электрификации их в ближайшее время и поможет студенчеству, то автор будет считать себя удовлетворенным.

Автор вполне сознает, что эта его работа являясь первой попыткой осветить вопрос электрификации мельниц в целом, имеет ряд недостатков и пропусков и будет благодарен всем кто пришлет ему в этом отношении свои указания.

Доцент С. Балакшин.

Томск. Январь 1930 г.

ВВЕДЕНИЕ.

Значение энергетики для мукомольной промышленности. Краткая история ее. Значение электрификации мельниц. Энергетическое хозяйство фаб.-заводской промышленности СССР и сравнение его с энергетическим хозяйством главных западных стран. Общая характеристика Мукомольной промышленности СССР.

„Cheap a'nd reliable power has allways been of first concern in flour milling“ *).

С незапамятных времен превращение зерна в муку представляло для человечества массу забот и затруднений, т. к. процесс этот требует довольно значительной затраты энергии. Первоначально зерно толкли в ступах, затем стали применять ручные жернова, используя для работ рабов.

Большие затруднения с размолотом зерна были одним из первых толчков к изобретению двигателей.

Появляются водяные колеса, ветряные мельницы, появляется более мощная и независимая от места и времени паровая машина, двигатели внутреннего сгорания, и размол на вальцах. Этот тип мельницы с механической передачей движения, непосредственно от двигателей, расположенных около мельниц, доминировал, а в некоторых странах, в том числе и у нас, в СССР, доминирует еще и до сих пор.

Но вот появляется передача при помощи электричества. Вначале очень примитивная и несовершенная, она достигает за последние десятилетия высокой степени совершенства. Делается возможной передача энергии от крупных центральных силовых станций, располагаемых часто непосредственно у источников энергии за сотни километров. Создается масса удобств при устройстве и эксплуатации промышленных заведений, энергия получается по очень низкой стоимости. Мукомольная промышленность, где расход на энергию составляет одну из главнейших составных частей стоимости помола, начинает вначале осторожно, а потом все быстрее и быстрее переходить, особенно в Америке, на электроэнергию. И достаточно сказать, что в настоящее время в С. А. С. Ш. уже более половины всех мельниц электрифицированы.

В форме электричества мукомольные мельницы получили не только универсальную, дешевую, удобную для применения энергию, для них явилась возможность не только пользоваться этой энергией соответственно потребности, но при некоторых комбинациях в моменты остановок и при наличии своих двигателей даже возвращать эту энергию обратно. Так, в крупнейшем мукомольном центре Америки, г. Миниаполисе, имеются мельницы, где синхронный электромотор переменного тока, приводимый в движение энергией центральной электростанции, ротор которого насажен на одном валу с бегуном водя-

*) Дешевая и удобно-применимая энергия была всегда первым основным условием для развития мукомольной промышленности.

ной турбины, может быть простым переключением превращен в генератор, который может отдавать энергию другим мельницам или возвращать обратно станции, когда у мельницы нет помола *), при чем эти переключения делаются автоматически, без участия человеческих рук. Передача энергии в мукомольные мельницы электричеством в настоящее время настолько технически усовершенствована и удобна и настолько экономически выгодна, что вопрос широкой электрификации мельниц является одним из самых актуальных вопросов. „Steam plant are doomed in the milling industry“ (паровые установки отжили свой век на мельницах)—говорят американцы.

Несомненно и у нас в СССР вопрос электрификации мельниц, особенно в связи с проведением широкого плана электрификации всей страны, является вполне назревшим. Правда, как мы увидим ниже, у нас и в настоящее время имеется уже применение электромоторов на мельницах и даже появляются электрифицированные мельницы (Днепропетровск, Ташкент и др.), но пока применение электрической энергии в мукомольной промышленности в общем еще очень незначительно, составляя всего только 5,8% и нам в этом отношении предстоит, в самое ближайшее время, большая работа, как и вообще в области энергетики и электрификации.

Чтобы иллюстрировать это, мы приведем здесь ряд цифр об энергетическом хозяйстве промышленности, заимствованных нами из только что появившегося ценного труда нашего Центрального Статистического Управления: „Фабрично-заводская промышленность СССР“ (Москва 1929 г.).

Энергетическое хозяйство промышленности СССР и его сравнение с энерг. хозяйством главных западных стран.

Прежде чем переходить к характеристике положения электрического хозяйства мукомольной промышленности СССР, приведем главные данные, характеризующие энергетич. хозяйство фабрично-заводской промышленности СССР в целом.

По данным Ц.С.У.общая мощность работавших двигателей установлена в фабрично-заводской промышленности Союза на начало 1926—27 год была 2010 тыс. л. с.**) (всего 2495 тыс. л. с. или неработавших было $\frac{1}{5}$ часть). Кроме того имелись установки на электрических станциях общего пользования 859,0 тыс. л. с. Таким образом показатель иллюстрирующий централизацию нашего силового хозяйства, заключающийся в отношении мощности первичных двигателей, эл. станций общего пользования к мощности первичных двигателей установленных в промышленности на начало 1926—27 г. был 1:0,304 или мощн. первичн. двигателя в промышленности была 74,3%, а эл. станция общего польз. 25,7%.

Около $\frac{3}{5}$ мощн. двиг. обслуж. работающие машины, падает при этом в промышленности на электрический и около $\frac{2}{5}$ на механический привод.

*) Для ясности добавим, что понятно, что мельница эта, конечно, в первую очередь использует энергию своих водяных двигателей, применяя электроэнергию в случае недостатка воды.

**) Ц. С. У. Фабрично-заводская промышл. СССР., вып. 2, стр. 10.

Таблица № 1.
Сравнительная характеристика энергетической базы промышленности СССР и основных западных стран.

№№	НАИМЕНОВАНИЕ СТРАН	Суммарная мощность двигателей обслужив. рабочие машины (через механ. и эл. приводы). В тыс. л. с.	Уровень централизации; отношение мощн. перев. двигателей эл. станц. в промышл. к мощн. двиг. эл. станций общ. пользования.	Мощность перв. двигателей электростанц. общего пользования.	
				В тыс. лош. сил.	Относительно СССР
1	СССР 1925 – 26 г.	3.410	1 : 0,30	859	1
2	С.А.С.Ш. 1925 г.	36662	1 : 1,63	32600	38
3	Англия 1924 г.	14868	1 : 0,56	5382	6,3
4	Германия 1925 г.	18099	—	7031	8,2
5	Норвегия 1925 г.	684	1 : 3,94	1514	1,8
6	Швеция 1925 г.	1532	1 : 1,15	1020	1,2
7	Канада 1924 г.	—	1 : 1,81	2424	2,8

В таблице № 1—приведена сравнительная характеристика энергетической базы промышленности СССР и основных западных стран. Из нее наглядно видно, „что исходным узким местом в нашей энергетике по сравнению с мировой, является, в конечном итоге, сравнительно ничтожная—по абсолютным и относительным данным—величина мощности, падающая на электроцентрали. В этом определяющем факте кроются основные причины того, что мы занимаем место в последнем ряду по важнейшим показателям, качественно характеризующим энергетическую базу страны.

В этом заключены корни сравнительной незначительности народно-хозяйственной эффективности всей энергетической системы нашей промышленности по сравнению с передовыми странами мирового хозяйства. В этом несомненно заложены и корни ряда основных факторов, тормозящих основной темп развертывания кривой индустриализации нашего народного хозяйства.

До тех пор пока реконструктивный процесс не передвинет центр тяжести энергетической оси народного хозяйства ближе к системе плановых сверхмощных электроцентральных, до тех пор пока последние не будут доминировать в энерго-хозяйстве нашей страны,—мы все еще будем плестись в хвосте энергетике передовых стран мира. Но все основные данные налицо в Советской стране для того, чтобы миновать этот рубикон в ближайший период и передвинуть энергетическое звено производительных сил страны на наивысшую техническую основу и тем самым занять место в первом ряду мирохозяйственной энергетики“.

Перед нами таким образом, большая задача провести широкую электрификацию промышленности, в том числе и мукомольной, как одной из крупнейших по потреблению энергии.

Энергетическое хозяйство мукомольной промышленности СССР и его роль в энергетическом хозяйстве всей фаб. завод. промышленности Союза.

Приведа выше общие данные об энергетическом хозяйстве промышленности СССР и его сравнение с энергетическим хозяйством главных западных стран, мы, пользуясь теми же материалами Ц. С. У., приведем здесь данные, характеризующие положение энергетического хозяйства мукомольной промышленности *) на 1926—27 год и сравнение его с общим энергетическим хозяйством всей фабрично-заводской промышленности СССР. В таблице № 2 приведена общая характеристика исследованной мукомольной промышленности. Из нее видно, что общая мощность силового аппарата мукомольной промышленности составляла 6,7% от мощн. силового аппарата всей промышленности СССР, а валовая продукция 8,3%, что показывает на значение мукомольной промышленности.

Таблица № 2.

Общая характеристика мукомольной промышленности СССР на начало 1926—27 г.

№№		Мукомольная промышленность СССР		Вся фабр. заводская промышлен. СССР.
		Всего	В % ко всем пром. СССР.	
	Общее число муком. мельн.	1564	18,4%	8533
	Среднее число рабочих	39810	1,9%	2091451
	Отработано человеко-дней в тыс.	8523	1,53%	558990
	Отработано человеко-час. в тыс.	66262	1,57%	4239821
	Общая мощ. силового аппарата в эфф. л. с.	185147	6,7%	2765002
	Валовой оборот в тыс. р.	843388	6,5%	13123404
	Валовая продукция в тыс. руб.	824129	8,3%	9934063
	Бездействовавших заведений с двигат. .	98	—	617
	„ „ без двиг. .	16	—	462

*) Товарное мукомолье.

ГЛАВА I.

Положение электрификации мельниц в СССР в настоящее время.

Состав электродвигателей. Распределение энергии. Основные показатели энергетизации и электрификации промышленности. Коэффициенты использования аппарата.

Приведя выше общие данные об энергетизации фабрично-заводской промышленности, посмотрим теперь в каком положении находится в данное время электрификация энергетического хозяйства наших мельниц и всей нашей фабрично-заводской промышленности. В таблице № 3 приведены данные об электрогенераторах и эл. моторах на мельницах СССР. Из нее видно, что общее число эл. моторов

Таблица № 3.

**Состав электродвигателей мукомольной и всей промышленности
С.С.С.Р. на начало 1926 — 27 г.**

	Муко- мольная промыш.	В % от всей про- мышленн.	В % к данной отрасл. промыш.	Вся про- мыслен- ность	В % ко всей промыш.
1. Электро-генераторы.					
I. Всего.					
Число	986	—	—	6971	—
Мощность квт. . .	17939	2,3	—	782966	100,0
I. В том числе действовавших.					
А) Всего.					
Число	972	—	—	6860	—
Мощность квт. . .	17535	—	—	774927	—
II. Электромоторы.					
I. Всего.					
Число	578	—	0,548 %	103528	—
Мощность квт. . .	16030	1,1	1,105 %	1449530	—
В том числе в действ. завед.					
Число	574	—	—	102983	—
Мощность квт. . .	15918	—	—	1439251	100,0
В том числе					
А) своего тока:					
Число	335	—	—	46153	—
Мощность квт. . .	6677	41,7	—	794646	51,8
			100 %		

	Мукомольная промышлен.	В % от всей про-мышленн.	В % к данной отрасл. промыш.	Вся про-мышленность	В % ко всей промыш.
В) Чужого того:					
Число	243	—	—	52144	—
Мощность квт. . .	9353	58,3	—	570016	39,3
С) Смешанн. тока:					
Число	—	—	—	5231	—
Мощность квт . .	—	—	—	84868	5,9

на действовавших мельницах 578, что составляет 0,548% от общего числа (102983) электромоторов *) всей промышленности. Все 578 электромоторов имеют общую мощность в 16030 квт., что составляет 1,105% от общей мощности (1,439,251 квт) эл.—моторов всей промышленности СССР.

В таблице № 4 приведен расход энергии. Из нее видно, что из общего количества энергии в 594,596 тыс. лош. сил часов употребленной в 1925—26 году на производственные цели в мукомольной промышленности, электро-энергия составляла 34469,1 тыс. л. сил час. или 5,8% и для всей промышленности СССР—6317614,2 тыс. л. сил часов, в том числе электроэнергия 2867973,5 тыс. л. с. или 45,5%.

Откуда видно, что мукомольная промышленность по сравнению с другими отраслями промышленности СССР электрифицирована еще крайне мало.

Таблица № 4.

Расход энергии в мукомольной и фабрично-заводской промышленности С.С.С.Р.

№№		Мукомольн. про-мышлен.		Вся промышленн. СССР	
			%		%
	Потреблено энергии на произв. цели в тыс. лош. сил-часов.				
	I. На обслужив. рабоч. машин.				
1	Механический энергии	560,095,9	—	3449640,7	—
	электрич. (моторн.) энергии				
2	Своей	5988,6	—	1837944,2	—
3	Чужой	27172,3	—	978341,6	—
4	Итого	32166,9	—	2816285,8	—
5	Всего на обслужив. раб. машин	593256,8	—	3265926,5	—
6	Электрич. не моторн.	1308,2	—	51687,6	—

*) Сборник Ц.С.У., стр. 208, табл. 2 А.

**) Таблица 2, А, стр. 119.

№№		Мукомоль. про- мышлен.		Вся промышленн. СССР	
			%		%
7	Итого на произв. цели	594565,0	100%	6317614,2	100%
8	В том числе эле.-энергии	34460,1	58%	28679735	45,5%
9	II. Потреблено эл. энергии на хоз. нужды	14345,4	—	271949,5	—
10	Итого потреблено энергии в тыс. лощ. сил-час.	608910,4	—	6589563,7	—
	В том числе эл.-энергии:				
11	Своей	20230,1	—	2057384,5	—
12	Чужой	28587,3	—	1082558,1	—
13	Отпущено энерги на сторону	2220,4	—	248623,3	—
14	Потери энергии	2469,8	—	253812,5	—
15	Итого расход энергии в тыс. л. сил-час.	613600,6	—	7091999,5	—

В таблице № 5 приведены основные показатели энергетификации труда и электрификации промышленности. Из нее видно, что: потенциальный коэффициент энергетификации труда, выражающийся отношением мощности двигателей предназначенных к обслуживанию рабочих машин, к числу промышленных рабочих для мукомольной промышленности 10,94 и для всей промышленности СССР—2,74.

Фактич. коэффициент энергетификации—отношение энергии фактически потребленной на производственные цели к числу часов фактически отработанных производственными рабочими соответственно 11,86 и 1,88. Отсюда видно, как это и нужно было предполагать, что коэфф. энергетификации труда в муком. пром. значительно выше среднего для всей фаб.-зав. промышленности СССР.

Таблица № 5.

**Основные показатели энергетификации труда и электрификации
промышленности *)**

№№	РОД ПОКАЗАТЕЛЕЙ	Мукомольн. промышленн. СССР.	Вся про- мышленн. СССР.
	I. Коэфф. энергетификации труда,		
	А. Потенциальный:		
1	Отнош. мощн. двигател. рабоч. машин к числу пр. рабочих в 1 смене	10,94	2,74
	В. Фактический:		
2	Отношение энергии потраченной на производствен- ные цели к числу час. отработ. произв. рабочими .	11,86	1,88

*) Стр. 171, табл. 2-А Ц.С.У.

№№	Р О Д П О К А З А Т Е Л Е И	Мукомольн. промышл. СССР.	Вся про- мышленн. СССР.
II. Коэффициенты электрификации в %.			
А. Потенц. (по мощности).			
3	1. Отношение мощн. генераторов к мощн. первичн. двигателям	12,7%	44,3%
4	2. Отношение мощн. всех эл. моторов к мощн. двиг. предназначенных к обслуж. рабоч. машин . .	11,6%	59,6%
В. Фактический (по работе).			
5	1. Отношение всей эл. энергии (своей и чужой) ко всей энергии (выраб. перв. двиг. + получ. со стороны)	8,7%	51,4%
6	2. Отношен. энергии превращ. в электр. ко всей энергии выраб. перв. двиг.	4,3%	42,5%
7	3. Отношение моторн. энерг. к энерг. потребл. двигателя предназн. к обслуж. раб. машин	5,6%	44,9%

Если однако, мы сравним эти коэффициенты с коэффициентами энергетификации для заграничных мельниц, то там они будут еще выше.

Куприц *) называя потенциальный коэффициент энергетификации труда коэффициентом механизации, приводит следующие цифры: для Германии от 8 до 13 л. с., для С.А.С.Ш., где в 1925 г. на товарных мельницах было 669,910 л. с. при 31988 производств. рабочих или 21 л. с. на 1 рабочего.

Что касается коэффициентов электрификации мельниц СССР, то как видно из таблицы № 5 потенциальный коэфф. электрификации т. е. отношение мощности всех электромоторов к мощности двигателей предназначенных к обслуживанию рабочих машин составляет для мукомольной промышленности СССР 11,6% и для всей промышленности 59,6%.

Фактический коэффициент электрификации (по работе) т. е. отношение всей эл. энергии (свой + чужой) ко всей энергии (выраб. первичным двиг. + получ. со стороны) для муком. 8,7% и для всей промышленности СССР 51,4%.

Эти цифры показывают нам значительную отсталость электрификации нашей мукомольной промышленности, особенно если мы вспомним, что в С.А.С.Ш. уже более 50% всех мельниц электрифицированы.

Коэффициент нагрузки силового аппарата мукомольной промышленности СССР.

Интересными являются также коэффициенты нагрузки силового аппарата. Здесь можно отличать три вида этих коэффициентов **).

*) Куприц. Рацион. мельниц, стр. 192.

**) Фабр.-зав. пром. СССР, вып. 2, стр. 104.

1. Интегральный коэффициент нагрузки.

$$= \frac{\text{Средн. факт. мощн.} \times \text{Число рабочих часов}}{\text{Рабочей мощн.} \times 8760 \text{ (число час. в году)}}$$

2. Коэффициент интенсивной нагрузки.

$$= \frac{\text{Средн. фактич. мощности}}{\text{Мощность работавших двигателей}}$$

3. Коэффициент экстенсивности.

$$= \frac{\text{Числу часов работы}}{8760}$$

Примечание: 8760 — число часов в год.

При этом очевидно, что:

$$\text{Интегр. коэфф.} = K^{\text{инт}} \text{ интенсивности} \times K^{\text{экст}} \text{ экстенсивн.}$$

Очевидно также, что интегральный коэффициент есть ни что иное, как коэффициент использования силовой установки, как его обычно называют в силовом хозяйстве центральных электрических станций.

Из таблицы № 6 видно значение названных коэффициентов для мукомольной и всей промышленности СССР.

Из нее видно также, что хотя значение этих коэффициентов для мукомольной промышленности выше, чем для всей промышленности СССР, но по сравнению с коэффициентами использования электромоторов заграничных мельниц они очень низки, так инж. Bell дает годовой коэффициент использования электромоторов на мельницах С.А.С.Ш. в среднем 80%, что превышает наши 17,5% более чем в 4,5.

Таблица № 6.

Коэфф. использования силового аппарата в %.

	Для мук. промышлен.	Для всей промышл. СССР
А) Действ. первичных двигателей.		
Коэфф. интенсивн. *)	87,7	74,5
Коэфф. экстенсивн.	44,1	46,2
Коэфф. интегральн.	38,7	34,5
В) Электродвигатели.		
Коэфф. интегральн.	10,7	24,9
С) Электро-моторов.		
Коэфф. интегральн.	17,5	16,4

Объясняется такое малое использование у нас установленных в мукомольной промышленности электромоторов повидимому тем, что электромоторы установлены у нас главным образом для вспомогательных целей, для машин, которые работают незначительную часть времени.

Понятно, что такое небольшое нерациональное использование электродвигателей должно быть изжито.

*) 104, **) стр. 108 и 184, табл. 3-А.

ГЛАВА II.

Технические основы электрификации мельниц.

При рассмотрении технических основ электрификации мельниц, здесь, прежде всего рельефно выделяются два основных вопроса, а именно: 1) о расходе мельницами энергии и 2) передача энергии в мельницу электричеством.

Расход энергии мельницами является вообще одним из координатных вопросов мукомольной промышленности, т. к. стоимость энергии составляет одну из главнейших составных частей стоимости помола. Понятно поэтому, что и при проведении электрификации мельниц этот вопрос является одним из главных.

Принимая это во внимание, мы ниже отводим этому вопросу соответственное место, приводя различные данные иностранной и русской литературы и собственного опыта.

При рассмотрении расхода энергии мукомольными мельницами приходится четко выявить два главных вопроса: 1) общую потребность энергии и 2) распределение энергии по отдельным частям и машинам мельницы.

Кроме того, понятно, что отдельные типы мельниц имеют также различный расход энергии.

Принимая все это во внимание, мы и ведем дальнейшее изложение.

Часть А.

Расход энергии различными типами мельниц и распределение ее.

Общая характеристика расхода энергии мукомольными мельницами. 1) Расход энергии обыкновенными раструсными с. х. мельницами. 2) Расход энергии на мельницах сеяного помола (сеянки). Расход энергии товарными мельницами—высокого помола (крупчатыми) и пр.

Расход энергии и зависимость его от различных факторов по данным различных авторов. Средний расход энергии мельницами высокого помола и распределение ее. Диаграммы. Мощность, необходимая при пуске мельницы в ход.

Общая характеристика расхода энергии мукомольными мельницами.

Выше нами уже отмечено значение этого вопроса для мукомольной промышленности вообще и для электрификации мельниц в частности.

Здесь же мы должны однако еще раз отметить, что не смотря на важность этого вопроса для мукомольной промышленности он разработан еще до настоящего времени не с достаточной полнотой: зна-

чение отдельных факторов на расход энергии при помоле до сего времени еще недостаточно выяснен, чем несомненно и объясняется некоторое разнообразие проводимых нами ниже данных различных авторов, норм и т. п.

Одним из главных факторов влияющих на расход энергии при помоле является род помола, который обычно связан с типом мельниц, ввиду чего ниже мы рассматриваем этот вопрос отдельно для трех главнейших типов мельниц, а именно: 1) с.-х. мельниц простого раструсного помола, 2) с.-х. мельниц сеяного помола и 3) для товарных мельниц высокого помола (т. н. крупчатных) и пр.

Кроме типа мельницы и рода помола расход энергии зависит от размеров ее, общего устройства и оборудования и состояния его данной мельницы, рода, качества и состояния *) перерабатываемого продукта, рода и сортов, количества и соотношения их, вырабатываемого продукта и проч. и конечно, изменяется даже для одной и той же мельницы в зависимости от изменения этих факторов.

И хотя ниже мы делаем попытку привести средние данные расхода энергии на размол, но понятно, что на приводимые нами цифры нужно смотреть как на средние ориентировочные для средних условий СССР.

Для того, чтобы удобнее проводить сравнение различных данных, мы приводим ниже всюду удельный расход энергии, которым мы называем расход энергии на 1 тонну (1000 кгр.) суточной (24 часа) производительности мельницы.

1. Расход энергии обыкновенными раструсными с.-х. мельницами.

Так называемые раструсные с.-х. мельницы производят обычно размол производимого крестьянами зерна на простую муку. Размол этот производится обычно на жерновах, без всякой предварительной очистки зерна.

Производительность таких мельниц, обычно бывает при 2—3 поставах от 12 до 25 тонн (800—1500 пуд.) в сутки, доходя в редких случаях до 40—50 тонн.

По Виб е. 1 действ. лош. сила перемалывает в 1 час: N_0 .

Пшеницы — 26,2 клгр.	1.59
Р ж и — 25,7 „	1.62

По Baumgartner'y

Пшеницы — 29.8 „	1.40
Р ж и — 22.8 „	1.83
Ржи сырой — 19.6 „	2.12

В зависимости от крупности вырабатываемых продуктов американцы различают:

	N_0
1) Мука (Meal) производ. 1 д. л. с.—20.5—27.3 кг. в 1 ч.—	1.53—2.04
2) крупная мука (Corn. Meal) — 49.0 „	0.84
3) кормовая мука (Feed) — 98.0 „	0.43

*) Особенно здесь влияет влажность перерабатываемого продукта.

По приведенным ниже сводным данным по конструкции Акц. О-ва Союзхлеб удельный расход энергии при помоле на мельницах, зависит главным образом от влажности зерна.

Расход энергии на простой помол при крупных мельницах с размолом на вальцах по этой инструкции следующий.

Удельный расход энергии N_0 для простого помола по инструкции „Союзхлеба“ (см. ниже) при влажности зерна в

	14%	16%	18%
Для ржи $N_0 = 1.35$	1.55	1.93	
„ пшеницы $N_0 = 1.10$	1.27	1.40	
„ ячменя $N_0 = 1.85$	1.90	2.64	
„ овса $N_0 = 2.15$	2.47	3.06	
„ гречи $N_0 = 1.2$	1.38	1.72	
„ кукурузы $N_0 = 1.8$	2.07	2.28	

Отсюда видно как изменяется удельный расход энергии N_0 на простой помол в зависимости от рода перемалываемого зерна и влажности его, колеблясь

$$N_0 = 1,1 \text{ до } 3.06.$$

Несомненно общая производительность мельницы здесь также имеет значение. При небольших с.-х. мельницах удельный расход энергии будет больше, при крупных мельницах меньше.

По многочисленным наблюдениям и опытам автора, при размоле на жерновах разного зерна среднего качества и средней сухости (пшеница, рожь и редко ячмень, овес и греча) в муку среднего качества простого раструсного помола на с.-х. раструсных мельницах, суточная производительность 12—25 тн.: (без применения очистки зернов) можно считать, что 1 действ. лош. сила перемалывает в 1 час—24.57 клгр. (1,5 пуда) или удельный расход энергии $N_0 = 1,7$ д. л. силы на 1 тн. суточной производительности мельницы.

Понятно, что при сухом хлебе или крупном помоле производительность 1 л. с. повышается и наоборот—при очень сыром хлебе она значительно падает.

Автор полагает, что вышеупомянутый удельный расход энергии $N_0 = 1,7$ или производительность 1 д. л. с. в час 24.57 кг. можно принять как среднюю величину при проектировании электрификации раструсных с.-х. мельниц.

Автор приводит ниже в гл. VI об электрификации с.-х. мельниц ряд дальнейших данных о потребной энергии, производительности, числе оборотов жерновов и проч., которыми и рекомендует руководствоваться читателю при проектировании электрификации с.-х. мельниц и выборе мощности э. моторов.

Иногда при с.-х. раструсных мельницах устанавливаются, также, о бойки с предварительной очисткой зерна и размолом его на обойную муку. В этих случаях удельный расход энергии будет, несом-

ненно, несколько больше чем для простого помола и может быть принят в среднем.

Для ржи $N_0 = 2.00$

„ пшеницы $N_0 = 1.55$

При проектировании товарных мельниц простого и обойного помола с крупной производительностью (50—100 тн. в сутки) можно при определении потребной мощности руководствоваться произведенными ниже данными инструкции Союзхлеба *), выбирая мощность в зависимости от рода перемалываемого зерна и влажности его. Как среднюю влажность можно считать при этом 16%, при переработке же разных родов зерна учитывать соответственное изменение мощности или производительности согласно данных упомянутой инструкции.

2) Расход энергии на мельницах сеяного помола (сеянки **).

Довольно широко распространенным является в СССР тип с.-х. мельниц, т. н. „сеянок“ для размала местного привозимого крестьянами пшеничного зерна на сеяную муку.

Здесь уже обязательно применяется очистка зерна (тарар, обойка). Размол производится чаще всего на двух системах валцев с вымолотом отрубей на жернова, отсеивание муки на рассеве с получением 1—3 сортов сеяной муки. Суточная производительность таких мельниц обычно около 11 тн—15 тн.

Понятно, что благодаря несколько более сложному устройству, чем мельницы 1-го типа, расход энергии здесь на единицу размала несколько больше.

По нашим опытам 1 лош. сила в 1 час размалывает здесь в среднем 16.38 клгр. зерна (1 пуд) или на 1 тонну зерна, размалываемого в сутки, здесь требуется удельный расход энергии $N_0 = 2.54$ л. с.

В этот расход энергии включена потребность ее для движения подъемных приспособлений, зерноочистительных и всех рабочих машин и механизмов мельницы (электрическое освещение не включено). Этот удельный расход может быть принят за основу при выборе мощности электромотора.

Приведенный расход, как уже сказано, является средним. При изменении качества пшеницы и влажности ее он изменяется.

Расход энергии для производства сеяного помола ржи и пшеницы в значительных размерах на товарных мельницах СССР можно определять согласно данным упомянутой выше и полностью приведенной ниже инструкции „Союзхлеба“.

Удельный расход энергии (л.с. на 1 тн. сут. произв.) для производства сеяного помола согласно инструкции Союзхлеба за 1923 г.

Род зерна	Влажность зерна		
	14%	16%	18%
Рожь	$N_0 = 2.45$	2.82	3.50
Пшеница	$N_0 = 2.10$	2.22	2.66

*) См. стр. 26.

**) См. также главу VI электрификация с.-х. мельниц.

При средней влажности пшеничного зерна в 16% удельный расход здесь $N_0 = 2.25$, т. е. несколько ниже приведенного нами $N_0 = 2.54$ с.-х. мельниц сеяного помола, что объясняется большей производительностью товарных мельниц.

3) Расход энергии товарными мельницами высокого помола (крупчатные) и др.

Крупчатные мельницы, являющиеся наиболее сложными из всех трех типов, потребляют на единицу перерабатываемого зерна наибольшее количество энергии.

Здесь применяется довольно сложная очистка зерна, размол ведется обычно по довольно сложной схеме, применяется многократное размельчение, просевание, очистка, сортировка и перемещение продуктов, на что уходит, также, значительное количество энергии.

Как уже было указано выше, расход энергии зависит от многих факторов и подвержен колебаниям, чем и объясняется некоторое разнообразие приводимых нами ниже данных.

Мы считаем однако, необходимым привести здесь ряд данных иностранной и русской литературы и практических данных работающих мельниц и затем, после анализа этого материала, учитывая свой опыт, предложить читателю наши общие выводы, которые могут служить основой при определении мощности электро-моторов и электрификации мельниц.

По данным F. Kettenbach *) расход энергии товарными мельницами на единицу производительности их для небольших мельниц больше.

К таблицам № 7 и № 8 данным F. Kettenbach расходов энергии для немецких мельниц разной производительности высокого пшеничного и ржаного помола мы добавили также N_0 удельной расход энергии.

Из них видно, что для мельниц высокого пшеничного помола $N_0 = 2,6$ до 3,3 и для ржаных $N_0 = 2,9 - 4,5$ т. е. для мельниц ржаного помола несколько больше.

Таблица № 7.

Расход энергии мельницами высокого помола для пшеницы (Германия) по F. Kettenbach.

Производ. в тоннах 24 часа	20	30	40	50	60	80	100	120	150	200
Расход энергии лош. сил	от 60 до 65	от 90 до 95	от 120 до 150	от 145 до 150	от 175 до 180	от 220 до 240	от 270 до 300	от 320 до 340	от 400 до 425	от 520 до 560
Расход энергии на 1 тонну суточн. производ.	3,3	3,2	3,0	2,9	3,0	2,0	2,8	2,8	2,7	2,6

*) F. Kattenbach Müllerei & Mühbenbau 1922 г.

Таблица № 8.

**Расход энергии автоматических мельниц ржаного помола
(Германия) по F. Kettenbach.**

Производ. в тоннах в 24 часа	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200
Расход энергии в д. л. с.	45	от 75 до 80	от 105 до 110	от 140 до 150	от 170 до 175	от 200 до 210	от 250 до 260	от 300 до 320	от 450 до 475	от 550 до 600
Расход энергии на 1 тонну суточн. производит. . .	4,5	4,0	3,7	3,7	3,5	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9

Что касается распределения энергии в мельнице, то оно видно из следующего:

Распределение энергии по Kettenbach приведено в таблице № 9, там же приведены интересные данные о затрате на холостой ход отдельных отделений мельницы.

Таблица № 9.

Распределение энергии в мельнице по F. Kettenbach.

	Работа	Холост ход
1) Зерноочистительное отделение	22%	13%
2) Дранные вальцы (6 систем)	20%	14%
3) Шлифовка и размол (10—12 пар вальцев)	25%	8%
4) Просевание на разсевах и буратах (просе- вание на буратах 6%)	16%	9%
5) Вейки	6%	6%
6) Трансмиссии	6%	6%
7) Элеваторы и шнеки	5%	4%
	100%	50%

Общий расход энергии на холостой ход 50% только при хорошо устроенных трансмиссиях, при плохих трансмиссиях расход повышается до 55—60%.

Распределение энергии по отдельным дранным системам (при 6-ти) следующее:

1 дранье — 2,3%	4 дранье — 4,0%
2 „ — 4,8 „	5 „ — 3,4 „
3 „ — 4,0 „	6 „ — 1,5 „
	Всего . . . 20%

Расход энергии непропорционален длине вальцев.

Кеттенбах приводит, также, интересные данные о том, что недостаточных размеров, перегруженные машины расходуют на 20—25% больше энергии чем нормально нагруженные и что соответственной, своевременной перестройкой мельницы можно сэкономить на расходе энергии, иметь лучшего качества продукт и меньший износ машин, чем при перегрузке.

Расход энергии отдельными машинами, в частности вальцами изменяется в зависимости от длины и диаметра вальцев, скорости, рода и количества размалываемого продукта и проч.

В среднем можно привести следующие данные.

Таблица № 10.

Расход энергии вальцевыми станками по F. Kettenbach.

	500	600	750	1000	1250	1500
1) Длина валов в мм. при диам. вальцев 220—250 мм.						
2) Средний расход энергии драных вальцев л. с. . . .	2,7	3,3	4,0	5,0	6,0	7,5
3) Вальцев на шлиф. лош. сил	3,3	3,5	4,5	5,5	—	—
4) Размольных л. с.	2,7	3,3	4,0	5,0	—	—

Жернов на вымолоте отрубей диаметром 125—1300 м.м. требует 7—8 лош. сил.

Бурат 3—4 м. длины—0,6—0,7 л. с.

Центрбежн. бурат 2,5—3,0 длины 780—800 м.м. диаметром 0,8—0,9 двойная крупейка около 1,3—1,5 л. с.

В общем же можно считать, что 1 лош. сила в 1 час размалывает на ржаных мельницах 10—11 клгр. (или 3,95 до 4,15 л. с. на 1 тонну суточной производительности) и на пшеничных—13—16 клгр. (или от 2,62 до 3,12 л. с. на 1 тонну сут. произв.).

Расход энергии мельницами высокого помола по данным другого известного немецкого автора Baumgartner'a *) изменяется в зависимости от рода помола, рода зерна, состояния его и проч.

При высоком помоле (Hochmüllerei) на небольших мельницах для размолва 1 тонны в 24 часа требуется $N_0 = 5,15$ л. с. и на больших $N_0 = 4,3$ л. с. причем сюда не входят расходы энергии на освещение.

Таблица № 11.

Расход энергии пшеничных мельниц высокого помола по Баумгартнер.

	5	10	15	20	25	50
Произв. мельн. в 24 ч. тн. .						
Число л. л. сил	26	51	72	90	110	215
На 1 тн. сут. произв. . . .	5,2	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3

Для мельниц ржаного помола Баумгартен дает производительность 1 л. с. в 1 час 10 клгр. или $N_0 = 4,15$ л. с. на 1 тонну суточной производительности.

Баумгартнер приводит следующее распределение энергии в мельницах производительностью 35 тонн 24 часа (6 дран. систем)

*) Baumgartner S. 634 Handbuch des Mühlenbanes.

при расходе энергии 3,55—3,60 л. с. на 1 тонну суточной производительности:

Дранные вальцы	21,0%
Размольные	27,2%
Просевание	17,3%
Вейки	5,4%
Трансмиссии	4,9%
Элеваторы	4,2%
И зерноочистительн. отдел.	20,0%
	100%

Для расчета мельницы с производительностью 48 тонн в сутки Баумгартнер (ст. 638) считает 1 л. с. в 1 ч. 14,0 клгр. (3,14 л. с. на 1 тн. сут. производ. при 23 часах работы нужно 148,57 PS $\approx$ 150 PS.

Американцы считают, что расход энергии при постоянной работе крупчатной мельницы зависит от суточной производительности ее и составляет в среднем около 0,33 д. л. с. на 1 баррел (88,9 клгр.) суточной производительности*) муки мельницей. Т. к. американцы считают суточную производительность мельниц в баррелях муки, а не в зерне, то для перехода на принятую у нас и в Европе производительность в тоннах зерна приходится производить пересчет соответственно натуре зерна и выходам муки **).

Принимая среднее качество американской пшеницы 60 фн. бушель или 78 клгр. гектолитр, средний выход муки будет 77% и для перехода суточной производительности мельниц с американских баррелей В муки на 1 тн. зерна нужно умножать баррели на отношение $\frac{88,9}{100,77} = 0,1155$ или $t = 0,1155$ В.

Для получения удельного расхода N_0 сил на 1 тонну зерна нужно удельный расход Nb сил на 1 баррел муки разделить на 0,1155 или

$$N_0 = \frac{Nb}{0,1155}$$

Таким образом средний расход мощности на 1 тонну перерабатываемого зерна в мельницах высокого помола по американским данным будет

$$N_0 = \frac{Nb}{0,115} = \frac{0,33}{0,1155} = 2,86 \text{ д. л. с.}$$

При этом американцы считают, что главный расход энергии (около 70%) уходит на приведение в движение размольных вальцев, рассевов, веер, пылесобирателей и элеваторов ($N_0 = 2,00$ на 1 тн. (24 часа); на зерноочистительное отделение расходуется 11% до 16% всей мощности (или $N_0 = 0,315 - 0,457$ д. л. с. сут. размол зерна).

Остальные 14—19% мощности расходуется на вспомогательные устройства.

По данным М. D. Bell в старых американских мельницах 1 л. сила перемалывает в сутки 2,5—3,0 баррелей муки (0,33—0,40 д. л. с.

*) По данным G. C. Meyer Eng for the Kansos City Power & Light Co.

**) Более подробно об этом смотри в конце книги в отделе общих данных и таблиц.

на 1 баррель), что будет соответствовать $N_0 = 2,86$ до $3,46$ д. л. с. на 1 тн. суточн. производительности зерна при современных электрифицированных мельницах расход энергии от 6,0 до 7,5 квт/час. на 1 баррель суточной производительности (муки), или от 52,0 до 65,0 кв./час на 1 тонну суточной производительности мельницы (зерна).

Если принять, что счетчик электрической энергии поставлен в мельнице и коэффициент полезного действия электромотора $\eta = 9,92$ и передача по проводам в мельнице $\eta = 0,96$ т. е. общий коэффициент полезного действия

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0,92 \times 0,96 = 0,88,$$

то тогда фактический расход механической энергии на 1 тн. суточной производительности мельницы (зерна) будет

$$N_0 = \frac{52,0 \times 0,88}{24} = 1,91 \text{ квт. до}$$

$$N_0 = \frac{65,0 \times 0,88}{24} = 2,39 \text{ квт.}$$

или $N_0 = 2,6$ до $3,25$ д. с. с.

Известный американский профессор Dedrick*) указывает, что расход энергии зависит от рода применяемых трансмиссий.

Таблица 12.

Расход энергии пшеничной мельницы высокого помола в Америке в зависимости от рода трансмиссий.

Т и п т р а н с м и с с и и	Расход на един америк. баррел (89 к.) суточн. производ. д. л. с.	Расход на 1 тн. суточн. произ- водит. д. л. с. N_0	% % отношение
1. Обыкновенные подшипники . . .	0,4	3,46	112,5%
2. Подшипники кольцевой смазки . .	0,36	3,12	100,0%
3. Шариковые подшипники	0,26	2,25	73,0%

Отсюда видно как значительно понижен расход энергии в применении шариковых подшипников у всех машин и трансмиссий.

Определение общего подсчета расхода энергии Prt. Dedrick (P 309) производит следующим образом:

Расход энергии мельницами высокого помола

$$C = \frac{\pi D \times n \times L}{f, b}, \quad J = \frac{L}{C} \quad N = C \times P$$

где

C — производительность мельницы в 24 часа муки в баррелях (а 89 кл.).

D — диаметр валцов в дм.

n — число оборотов скорого вальца.

*) Pr. Dedrick Practical Milling.

π — 3,14.
 L — полная длина размер щели всех валцов в дм.
 f — постоянная = 109
 b — 196 (число англ. фн. в 1 барреле)
 P — число лошадиных сил на 1 баррель производит. мельницы в 24 часа.

0,4 при простых подшипниках
 0,36 кольцевой смазке
 0,26 шариковых подшипниках

N — полный расход энергии на мельнице в лош. сил. по Dedrick
 Пример: Мельница имеет 15 четырехвал. станков $9'' \times 30'' = 900''$,
 число оборотов скорого вальца $n = 450$ оборот. в 1 мин. тогда

$$\frac{\pi D \times n \times L}{f. b.} = \frac{\pi 9.450 \times 900}{109 \times 196} = 540 \text{ баррелей}$$

$$\text{или } J = \frac{L}{C} = \frac{900}{540} = 1,666 \text{ дм/1 барр.}$$

Расход энергии.

$$\begin{aligned} N = C \times P &= 540 \times 0,40 = 216 \text{ л. с. при простой трансмиссии} \\ &= 540 \times 0,36 = 183,6 \text{ „ при кольцевой смазке} \\ &= 540 \times 0,26 = 130,4 \text{ „ при шарикоподшипниках.} \end{aligned}$$

Что касается распределения энергии в американских мельницах, то по Dedrick оно таково:

Таблица № 13.

Распределение энергии на мельнице средней мощности в С.А.С.Ш. по Dedrick.

1) Очистка зерна включая приемку	16%
2) Вальцевые станки	40%
3) Просевные и военные машины	14%
4) Вспомогательные машины (выбойные аппараты, экс- гаустеры и пр).	13%
5) Самогаски, винты, ленты, трансмиссии	17%

100%

По данным инженера Е. А. Hall заведыв. отделением мельничных машин крупнейшего в Америке завода мельничных машин Allis-chalmers Manufacturing Co полный расход энергии, необходимой для мельниц производительностью напр. в 3500 баррелей (≈ 310 тн.) в 24 часа, будет приблизительно 0,4 д. л.с. на баррел ($N_0 = 3,46$ на 1 тн.). Эту цифру на баррель нужно однако, увеличить на 10% для мельниц с производительностью 100 барр. (9 тн.) и меньше в день.

Расход энергии на мельницах изменяется в значительных пределах в зависимости от качества пшеницы и крупности помола. Сырая и твердая пшеница и мелкий помол требуют большого расхода энергии. Твердые сорта яровой пшеницы требуют больше энергии, чем мягкие озимовой.

Потребление энергии отдельными машинами на американской мельнице видно из таблицы № 14.

Таблица № 14.

**Потребление энергии отдельными машинами пшеничн. мельниц
высокого помола в Америке по инж. Hall**

I. Размольное отделение.

№№	Наименование, тип и главн. размеры машин	Число машин	Лошадиных сил	
			Каждая машина	В с е г о
1	10"×42" вальцев типа АА нарезных . . .	19	17	327
2	10×36 вальцев стан. типа АА гладк. . .	20	20	400
3	80"×70 вибрирующ. кругл. верт. рассев .	12	3	36
4	8 фут×32" центробежных буратов . . .	20	4	80
5	8 фут×32" круглых буратов	4	3	12
6	7 фут×30" веек	22	2,5	55
7	7 фут×32" тоже	10	2,0	20
8	Аспираторов для веек 7×40	5	0,5	2,5
9	8 фут×32 круглых буратов для муки . .	4	3,0	12,0
10	№ 7 вертик. шеточн. машин для отрубей	6	8,0	48,0
11	Двойных вентиляторов 70 дм.	2	27,0	54,0
12	Т о ж е 55 "	2	15,0	30,0
13	Одинарных вентиляторов 40 дм.	1	8,5	8,5
14	Элеваторов	53	1,0	53,0
14	Пылеотбирателей	25	0,33	9,0
Итого		77	2%	1144

II. Зерноочистительное отделение.

№№	Наименование, тип и главн. размеры машин	Число машин	Лошадиных сил	
			Каждая машина	В с е г о
1	№ 4 Приемный сепаратор (двойной) . .	1	8	8,0
2	№ 5 " " "	2	10	20,0
3	Мельничн. сепараторов № 90	8	10	80,0

№№	Наименование, тип и главн. размеры машин	Число машин	Лошадиных сил	
			Каждая машина	В с е г о
4	Автоматич. магн. аппарат. № 7	1	0,125	0,125
5	„ „ „ № 8	1	0,125	0,125
6	„ „ „ № 10	2	0,375	0,75
7	Обоек № 82 высоких	1	40,0	40,0
8	„ № 92 „	2	50,0	100,0
9	Звездчатых фильтров № 31 для вальцев	1	0,33	0,33
10	„ „ № 32 „ „	3	0,33	1,00
11	„ „ № 33 „ „	4	0,33	1,33
12	„ „ № 36 „ „	1	0,33	0,33
13	„ „ № 46 „ „	4	0,50	2,00
14	32 ом. × 8 фт. круглых буратов	2	3,0	6,0
15	30 „ мельница для вымола отрубей	1	60,1	60,0
16	45 дм. двойной вентилятор	1	14,0	14,0
17	Конвейеров	16	—	6,0
Итого		22,8%	—	340

А для всей мельницы 1484 лош. сил. Считая от 0,33 до 0,40 л. с. на баррел, получаем производительность мельницы в 3700 до 4500 баррелей (муки) в сутки или от 427 до 520 тн. зерна.

Распределение энергии в этой мельнице видно в таблице № 15.

Таблица № 15.

Распределение энергии в мельнице производительностью около 400—500 тн. в С.А.С.Ш.

- 1) Зерноочистительный отдел 340 л. с. 21,0%
- 2) Дранные вальцы 324 л. с. 20,0%
- 3) Шлифовка и размольные вальцы 400 л. с. 25,0%
- 4) Просевание $36+80+12+12+48=188$ 12,0%
- 5) Вейки $55+20=75$ 5,0%
- 6) Перемещение продукта 53,0 элеваторы и шнеки 3,0%
- 7) Вентиляция $2,5+54+30+8,5+9,0=104$ 6,0%
- 8) Трансмиссии 90 6,0%
- 9) Выбор 28 2,0%

100,0%

В нижеследующей таблице приведены данные А. Marsh *) о 17 американских мельницах, вырабатывающих 25914 баррелей муки в сутки при общей длине вальцевой линии 28,656 англ. дм. или 1.106 дюйма на баррель. Расход энергии 7426 л. с. или 3.49 барреля на 1 л. с. или 0.2863 л. с. на 1 баррель. Это составляет всего только около 72% от обычно принимаемого расхода энергии в 0.4 л. с. на баррель. Средний расход электр. энергии на баррель приведенных 17 мельниц 5.16 квт. часа.

Расход энергии мельницами в Америке по А. Marsh.

№ мель- ницы	Прозв. баррелей в сутки	Длина вальцевой линии англ. дм.	Дюймов вальцевой мощн. на 1 барр.	Лошад. сил	Баррелей на 1 л. с.	Лошад. сил на 1 баррель	Квт. час. на 1 бар- рель
1	950	1068	1.124	293	3.25	0.308	5.51
2	1050	1152	1.097	306	3.43	0.291	5.22
3	1050	1212	1.059	315	3.34	0.300	5.36
4	1158	1224	1.057	319	3.63	0.275	4.90
5	1134	1224	1.079	301	3.76	0.265	4.75
6	1200	1656	1.380	408	2.94	0.340	6.10
7	1224	1656	1.353	393	3.21	0.321	5.75
8	1248	1656	1.327	377	3.31	0.302	5.41
9	1500	1692	1.126	384	3.90	0.256	4.59
10	1600	1896	1.122	436	3.66	0.272	4.88
11	1500	1800	1.200	415	3.61	0.277	4.96
12	1800	1800	1.000	463	3.88	0.257	4.61
13	1700	1956	1.151	489	3.48	0.288	5.14
14	2000	1884	0.942	578	2.46	0.289	5.18
15	2000	1884	0.942	558	3.59	0.279	4.99
16	2000	1884	0.942	537	3.72	0.268	4.81
17	2800	3012	1.097	854	3.27	0.308	5.46
Итого.	25914	28655	1.106	7426	3.49	0.2865	5.15

По данным Куприц**). Американцы считают 0,3 л. с. на 1 баррель суточной производительности при больших мельницах и 0,4 л. с. при небольших мельницах или $N_0 = 2,6$ до 3,47. Мельницы: Russel Milling

*) См. А. Marsh Flour Mill Power, National Miller 1929 P. 20.

**) Куприц. Рационализ. муком. производ. стр. 182.

Со в Буфф с 68 станками и 7 выбойными машинами 370 тн, в сутки 30% твердой пшеницы расходовала 1100 л. с. или 2,87 д. л. с. на 1 тн, суточной производительности. Мельница Acme Evans производительностью 246,6 тн. работ. на средн. пшеницах расходовала 610 л. с. или 2,47 д. л. с. на 1 тонну.

По Куприц, американцы считают расход энергии (стр. 185) от 50 до 60 квч. на 1 тонну зерна или

$$\frac{50}{24} \times 1,36 = 2,82 \text{ д. л. с. до } \frac{60}{24} \times 1,36 = 3,40 \text{ д. л. с.}$$

на 1 тонну суточной производительности.

Распределение энергии на американских мельницах приведено в таблице № 18.

Таблица № 18.

Распределение энергии на мельницах производительностью 200—700 тн. в сутки в С.-А С. Ш. (Куприц стр. 188).

1) Приемка зерна в силосы	5%
2) Очистительные отделения	12%
3) Вальцевые станки.	40%
4) Рассева и вейки	14%
5) Аспирация	13%
6) Выбойные аппараты.	3%
7) Самотаски и трансмиссии	13%
100%	

Расход энергии товарными мельницами в СССР.

Приведем теперь ряд данных о расходе энергии товарными мельницами (высокого помола и др.) в СССР.

Проф. Козьмин*) (См. таблицу 17) дает следующий расход энергии для мельниц в СССР.

Таблица № 17.

Расход энергии мельницами в СССР по проф. Козьмину.

№ №	Р О Д П О М О Л А	Число сил на 100 тонн суточн. произв.	№
1	Разовый	140	1,4
2	Обойный	165	1,65
3	Обдирный	183	1,83
4	Отсевной	214	2,14
5	Сеяный	244	2,44
6	Пеклеванный.	305	3,05
7	Высокий пшеничный	336	3,36

*) Проф. П. А. Козьмин Мукомольное Дело. Стр. 427—28.

Из отчета Тростяняцкого имения, б. Кениг *) видно, что при суточной производительности крупчатной мельницы в 67 тонн (4000 пудов) зерна, потребление энергии выражается в 195,5 действ. лош. сил) или 2,92 д. л. с. на 1 тонну суточной производительности).

При этом:

на холостой ход—114,9 л. с.	58,8%
полезная работа— 80,5 л. с.	41,2%
	<u>100%</u>

Из них полезной работы:

на зерноочистительный отдел 18,1 д. л. с.	22,47%
на размольное отд, и выбойное 62,4 д. л. с.	77,53%
80,5 д. л. с.	<u>100%</u>

Инж. Боринский А. М. **) производивший определение расхода энергии приводит следующие данные (см. табл. № 18).

Таблица № 18.

Расход энергии мельницами высокого помола по опытам инж. Боринского.

№№	Наименование статей	Мельница № 1	Мельница № 2
1	Суточная производительность.	106 тн. (6500 п)	74 тн. (4500 п.)
2	Двигатель	Дизель 500 д. л. с.	Пармаш. 300 инд. д. л. с.
3	Рабочие механизмы: 1) Вальцевки общ. длина	20 шт. четырехв.	13 шт. четырехвальц.
	а) нарезных.	20 м. (800")	9,2 м. (388")
	в) гладких	20,6 (824")	14,45 м. (578")
	2) Жернова	2 ферм. по 32"	1 жерн. 1100 мм.
4	Полная нагрузка	512,4 д. л. с.	264,5 д. л. с.
5	Нагрузка вальцев: а) драных.	34%	—
	в) гладких	24%	—
6	Полная нагрузка вальцев и жернов..	59%	67,5%
7	Удельный расход энергии	4,85	3,56

Испытание мельницы Сталинского окружного Мукомольного Треста в Ясиноватой, произведенное по поручению Мельстроя, дало следующие результаты.

При суточной производительности мельницы в 100 тн. (6160 п) с производством сортового крупчатного помола, потребная мощность определилась в 288,47 инд. л. с., что при коэффициенте полезного дей-

*) Отчет Тростяняцкого имения, б. Кениг.

**) Инж. А. М. Боринский Сов. Мук. и Хлебопечение 1928 г. № 5.

ствия паровой машины 84,5% дает 243,0 д. л. с. или $N_0 = 2,43$ д. л. с. на 1 тн. суточной производительности.

Из опытов выяснилось, что на холостой ход мельницы и паровой машины расходовалось 140,4 инд. л. с. (118,63 д. л. с.) или

$$\frac{140,4}{288,47} = 48,65\%$$

Если же исключить 45 инд. л. с. на холостой ход паровой машины, то на холостой ход самой мельницы расходовалось

$$\frac{140,4 - 45,0}{288,47 - 45,0} = \frac{95,4}{243,47} = 39,17\%$$

Шеретовочное отделение во время работы расходовало 39,0 инд. л. с. или 13,6% мощности.

В таблице № 19 приведены данные расхода энергии отдельными частями мельницы.

Таблица № 19.

Данные расхода энергии крупчатной мельницы в Ясиноватой на холостой ход.

Х о л о с т о й х о д	Индик. лош. сил.	%	От полной мощности 288,47 д. л. с.	От мощн. затрачиваем. непосредственно на мельн. $288,47 - 45,0 =$ 243,47
1) Паровой машины (с динамо в холостую)	45,0	28,4	15,59%	—
2) Мельничн. трансмиссии. . .	25,8	19,4	8,94	10,59
3) Шеретовочн. отдел.	15,4	10,9	5,34	6,32
4) Размольн. отделение	54,2	38,7	18,78	22,26
Всего	140,4	100	48,65	39,17

Удельный расход энергии (лош. сил на 1 тн. суточн. производительности) при разных помолах и коэффициенты перевода разных помолов на условный помол (обойный ржаной) по данным инструкции Союзхлеба.

Акц. Обществом „Союзхлеб“ от 12 сентября 1928 года изданы специальные инструкции и нормы по силовым установкам мельниц *).

В этой инструкции приведены интересные данные удельного расхода энергии при разных помолах и изменение этого удельного расхода в зависимости изменения влажности зерна.

*) См. Инструкцию и нормы по силовым установкам мельниц Акц. Общества „Союзхлеб“ 1928 г.

Как видно из приведенной ниже таблицы удельный расход изменяется согласно этой инструкции в зависимости от рода помола, составляя для:

Простого помола пшеницы 1,10 л. с. на 1 тн. сут. произв.

р ж и 1,35

Сеяного помола пшеницы 2,10

Сортового помола „ 3,05

Во второй графе приведены коэффициенты для перевода на условный помол, которым здесь принят обойный ржаной помол.

Таблица удельного расхода энергии при разных помолах и коэффициенты перевода на условный помол (обойный ржаной) по инструкции „Союзхлеба“ 1928 г.

Род зерна	Род помола	Удельный расход энерг. л. с. на 1 тн. сут. произв.	Коэфф. для перевода на условн. помол	П р и м е ч а н и е
Рожь	Простой . .	1.35	0.89	При переработке на сортовой мельнице ржи на обойный помол можно принимать 1.98 л. с. коэфф. 1.3 и при переработке пшеницы на обойный помол 1.60 л. с. и коэф. 1.05.
	Обойный . .	1.52	1.00	
	Обдирный . .	1.70	1.11	
	Отсевной . .	2.00	1.31	
	Сеяный . .	2.45	1.61	
	Пеклеван. . .	2.75	1.81	
Пшеница	Простой . .	1.10	0.72	Впредь до уточнения вопроса принимается, что в случае переработки на сортовой помол пшеницы с примесью ржи, кукурузы, ячменя и т. п. расход силы на тонну и коэф. перевода увеличивается обратно пропорционально снижению переработки.
	Обойный . .	1.25	0.82	
	Отсевной . .	1.65	1.08	
	Сеяный . .	2.10	1.38	
	Сортовый . .	3.05	2.00	
Ячмень	В муку . .	1.85	1.22	Настоящие числа приняты для мельниц сортового пшеничного помола, переводимых на переработку кукурузы. Для специальных мельниц следует принимать 3,5 л. с. и коэффициент 2.3.
Овес	„ . .	2.15	1.41	
Греча	„ . .	1.20	0.71	
„	Крупу . . .	1.00	0.66	
Просо	Пшено-др. .	0.90	0.59	
	Пшено-толч. .	1.25	0.82	
Кукуруза	Простой . .	1.80	1.18	
	Сортовой . .	4.00	2.63	
	В крупу . .	1.20	0.79	
Горох	В муку. . .	1.80	1.18	

Далее в вышеупомянутой Инструкции „Союзхлеба“ на стр. 24 приведены очень интересные данные о коэффициентах повышения удельного расхода энергии при увеличении влажности перерабатываемого зерна. Эти коэффициенты служат дополнительными поправочными коэффициентами при переводе на условный помол, если влажность зерна превышает 15% для пшеницы и 14% для ржи, гречи и проса.

Таблица коэффициентов повышения удельного расхода энергии и топлива при повышении влажности зерна (обратно пропорциональны понижению производительности) По Инструкции „Союзхлеба“—1928 г.

Влажность %	14	14,5	15	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20
РОД ЗЕРНА:													
Пшеница	1	1	1	1.03	1.06	1.10	1.15	1.20	1.27	1.33	1.43	1.54	1.66
Рожь Греча Просо }	1	1.03	1.06	1.10	1.15	1.20	1.27	1.33	1.43	1.54	1.70	1.88	2.22

Примечание: Влажность зерна принимается в завальной яме.

Для большей наглядности мы вычертили это увеличение удельного расхода с повышением влажности в форме кривых (см. рис. 1).

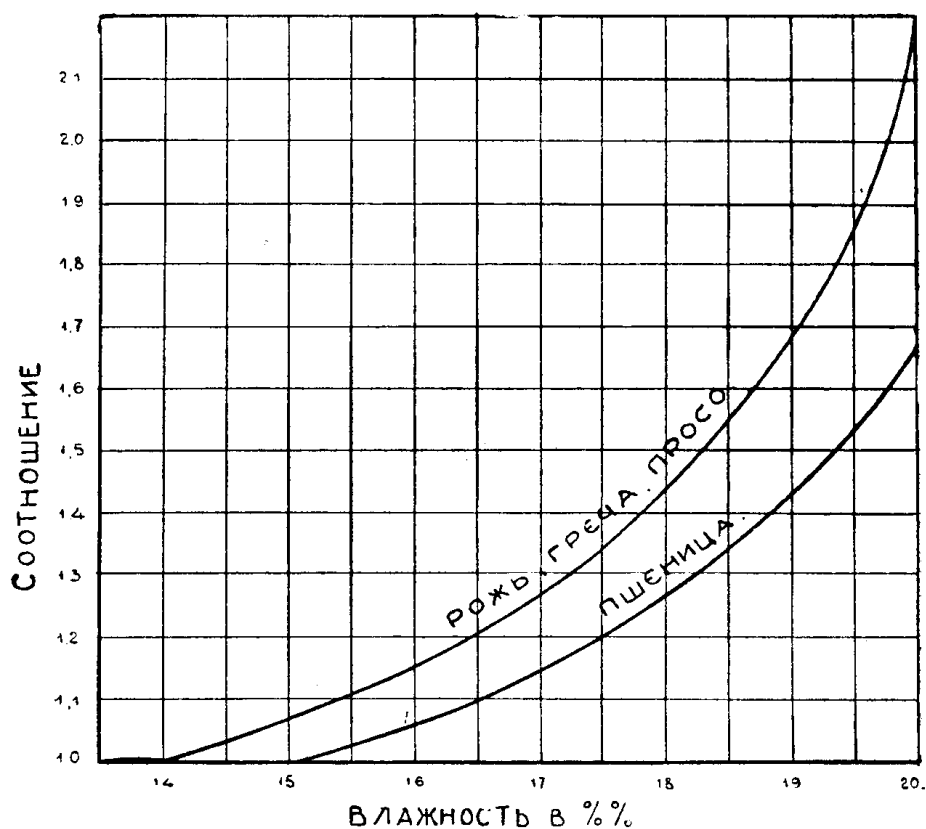


Рис 1. Увеличение удельного расхода энергии на размол в зависимости от влажности зерна.

Из таблицы и рисунка 3 видно, что если, напр., удельный расход энергии при сортовом помоле пшеницы и влажности ее 15% составляет $N_0 = 3.05$ л. с. на 1 тн. сут. производ., то при 16% влажности он увеличится в 1.06 раза, при 17% в 1.15 раза и т. д.

К сожалению в инструкции нет данных для какой суточной производительности мельницы приведен удельный расход энергии и не указано на изменение его в зависимости от изменения, этой производительности. Между тем, как нами будет показано ниже, удельный расход изменяется значительно понижаясь увеличением суточной производительности мельницы.

Допуская, что Инструкцией Союзхлеба данные удельного расхода приведены для мельницы с суточной производительностью сортового помола в 100 тн, мы получаем при средней влажности перемалываемого на товарных мельницах зерна пшеницы на сортовой помол в 16% по данным Инструкции средний удельный расход энергии для мельниц этой производительности в $3.05 \times 1.06 = 3.23$ л. с., что почти совершенно совпадает с приведенными нами ниже средними данными (3.2 л. с.) для мельниц этой производительности.

Средний расход энергии мельницами высокого помола и распределение ее.

Из всех вышеприведенных нами данных и др. материалов, приводить здесь которые не позволяет объем настоящей работы, а также и по данным собственного опыта, мы приходим к следующим основным выводам о расходе энергии мельницами высокого помола и ее распределении. Необходимо оговориться, что приводимые данные являются средними ориентировочными, но полагаем, что их возможно принимать за основу при проектировании электрификации мельниц и выбора для них электромоторов.

1) Расход энергии мельницами высокого помола и зависит от многих факторов среди которых важнейшими являются: а) род, качество и состояние (гл. образ. влажность) перерабатываемого продукта, б) устройство, оборудование, производительность и степень загрузки мельницы, применяемые системы помола в) род, сорта и качества вырабатываемых продуктов.

Так например размол твердого зерна требует более энергии чем мягкого, также как и сырого против сухого. Мельница, оборудованная по последнему слову техники, с трансмиссиями на шариках, требует меньшего расхода энергии, чем мельница обычного устройства. Чем больше производительность мельницы, тем меньше удельный расход энергии на размол и т. д. и т. п.

2) Фактический средний удельный расход энергии, на мельницах высокого помола в СССР, т. е. число д. л. с. на 1 тн. зерна, перемалываемого на мельницах в 24 часа, можно принять согласно составленной нами таблицы № 20. Из нее ясно, что еще более наглядно из диаграммы Рис. 2; что удельный расход энергии понижается по мере увеличения суточной производительности мельницы.

Таблица № 20.

Фактический средний удельный расход мельниц высокого помола в СССР.

По С. Балакшину.

Суточн. произв. мельниц тн.	Удельный расход энергии д. л. с.	Суточн. произв. мельниц тн.	Удельный расход энергии д. л. с.
10	4.20	200	3.10
30	3.85	250	3.08
50	3.60	300	3.05
100	3.20	460	3.00
150	3.15		

При выявлении этого фактического удельного расхода энергии нами принят во внимание расход энергии исключительно только на приведение в движение зерноочистительных и размольного отделен. среднеоборудованной мельницы. Расход энергии на элеватор и электрическое освещение сюда не входит.

Приведенный нами в таблице № 20 расход энергии относится к современным мельницам в СССР среднего устройства (трансмиссии с кольцевой смазкой) при размоле зерна средней влажности в 16% при изменении влажности перерабатываемого зерна, расход этот будет изменяться, при чем при определении его в этом случае можно пользоваться переходными коэффициентами вышеприведенной инструкции Союзхлеба (см. таблицу).

Так, например, если для мельницы суточн. производительностью 200 тн. по таблице № 20 $N_0 = 3.10$ д. л. с. при 16% влажности зерна, то при зерне в 14% влажности этот расход будет

$$N_0 = \frac{3.10}{1.06} \times 1.0 = 2.93 \text{ д. л. с.}$$

На рис. 2 нами приведен также удельный расход энергии по немецким данным Kettenbach, которые по нашему мнению являются недостаточными (как средние) для наших условий и которые можно считать минимальными, и данные Baumgartner и американские данные фактического расхода электрифицированными мельницами Америки (по Bell, Dedrick)

На рис. 2 видно, что фактический средний удельный расход энергии американскими мельницами высокого помола близко приближается к нашим данным для мельниц СССР фактического расхода энергии, но значительно понижается при применении шарикоподшипников (см. нижнюю линию по Dedrick.)

Это дает нам повод обратить особое внимание на применение трансмиссий на шариках во всех вновь сооружаемых мельницах и постепенную замену ста-

рых трансмиссий в существующих мельницах для получения значительной экономии энергии, а стало быть и понижение себестоимости помола.

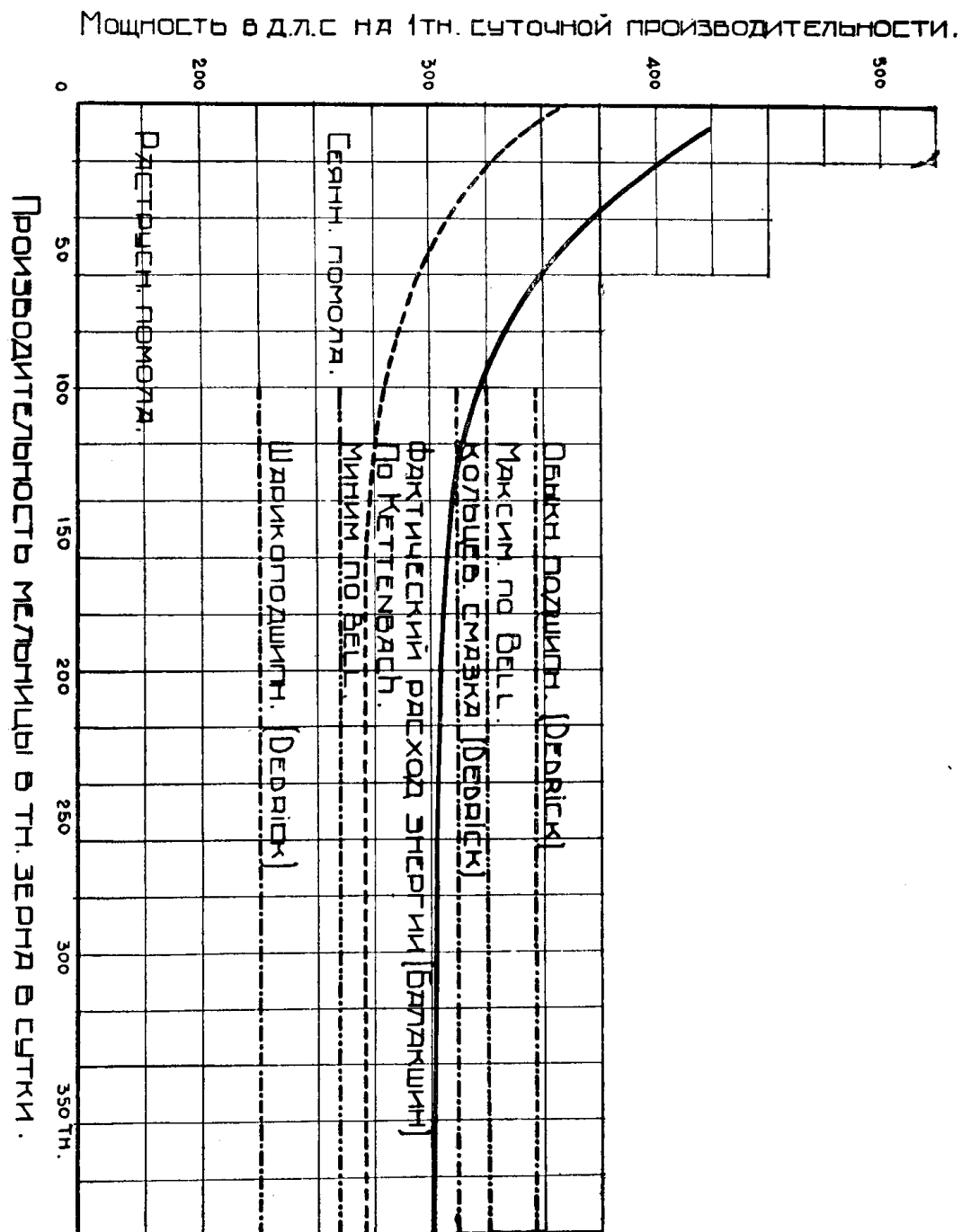


Рис. 2. Расход энергии на 1 тн суточного размола зерна на мельницах высокого помола.

3) Средний фактический расход энергии непосредственно мельницами различной производительности и мощность необходимых

Таблица № 21.

Средний фактический расход энергии и необходимая мощность электромоторов мельн. высокого помола.

Средняя суточн. произв. мельниц тн.	Для мельниц СССР по Валакшиу	Для американских мельниц по Bel	
	Факт. расх. энер- гии д. л. сил	Фактический расход всей энергии д. л. сил	
		Минимум	Максимум
10	50	—	—
30	110	—	—
50	170	—	—
100	320	260	325
150	470	390	487
200	620	520	650
250	760	650	815
300	910	780	975
400	1200	1010	1140

электромоторов можно легко получить, пользуясь таблицей № 21 и кривыми рис. 2.

Эти кривые нанесены нами согласно данных удельного расхода энергии подробно объясненных выше в предыдущем параграфе (§ 2).

При этом данные эти относятся также к переработке зерна с средней влажностью в 16%. При изменении влажности потребная мощность будет изменяться, при чем определить ее возможно, пользуясь переходными коэффициентами инструкции Союзхлеба, как это было объяснено в предыдущем параграфе.

Необходимо отметить, что вышеприведенные данные о расходе энергии на мельнице высокого помола относятся только к расходу энергии на движение самой мельницы. Расход энергии на электрическое освещение*) мельницы а также на движение транспортных и пр. приспособлений в отдельных элеваторах при мельницах сюда не включен и должен учитываться при расчете электрификации особо.

4) Расход электрической энергии.

Вышеприведенные данные расхода (§ 2 и Рис. 2) и фактического расхода (§ 3 и Рис. 3) энергии дают расход механической энергии мельницами.

Для получения расхода электрической энергии необходимо принимать еще во внимание потери в электромоторе, проводах и пр. в зависимости от того, где установлен счетчик **), т. е. принимать еще во внимание коэффициент полезного действия этих отдельных составных элементов передачи, а также дополнительно расхода электроэнергии при пуске мельницы в ход.

*) О расходе электр. энергии на элект. освещение мельниц см. главу IV электр. освещение мельниц.

**) Подробности передачи энергии электричеством см. Часть III Передача энергии в мельницы электричеством.

Таким образом, если, например, счетчик элект. энергии поставлен у самого электромотора приводящего в движении мельницу и коэффициент полезного действия электромотора $\eta = 0,9$, то при удельном расходе энергии мельницы с суточной производительностью в 100 тн при 16% влажности в $N_0 = 3,2$ (таал. 20), расход электрич. энергии в квт. час. на тн определяется из:

$$E_0 = \frac{N_0 \times 24}{1.36 \times \eta} = \frac{3.2 \times 24}{1.36 \times \eta} = 62.9 \text{ квт. час 1 тн.},$$

где

N_0 — удельный расход энергии на 1 тн в л. с.

24 — число часов в сутки

1.36 — число л. с. в 1 кил. ватте

η — коэф. полезного действия электромотора.

Фактически расход электрич. энергии будет несколько больше, т. к. мы не учли здесь дополнительного расхода электр. энергии при пуске мельницы в ход и сделали допущение, что мельница работает непрерывно круглые сутки, с равномерной, полной нагрузкой; при изменении нагрузки изменяется удельный расход, коэф. п. д. электромотора, что в свою очередь отзывается конечно на одном расходе э. энергии.

Средний фактический расход электрической энергии можно считать согласно американских данных от 50,0 до 65,0 квт. час на 1 тн. суточной производительности (зерна) мельницы.

5) Распределение энергии.

Мы полагаем, что можно в среднем принять следующее распределение энергии, расходуемой по отдельным операциям крупчатных мельниц (таблица 22).

Таблица 22.

Распределение энергии в мельницах высокого помола

по С. Балакшину.

	От — до %	Среднее %	На холост. ход.
1) Зерноочистительное отделение	21,0 — 23,0	22,0%	12,0%
2) Дранные вальцы	14,0 — 20,0	17,0%	4,0%
3) Размольные и шлиф. вальцы	22,0 — 26,0	24,0%	8,0
4) Просеваник (рассева, бураты)	12,0 — 16,0	14,0	7,0
5) Вейки	5,0 — 7,0	6,0	5,0
6) Перемещение продукта (элеваторы шнеки)	3,0 — 7,0	5,0%	3,0
7) Вентиляция	4,0 — 6,0	5,0%	4,0
8) Трансмиссии	4,0 — 8,0	6,0%	6,0
9) Выбор	1,0 — 3,0	1,0	1,0
В с е г о	—	100%	50%
10) Обслуживание при мельнице элеватора с запасом зерна	7,0 — 13,0	10%	
11) Электрическое освещение	6,0 — 10,0	8%	
	—	18%	

Для большей наглядности мы изображаем таблицу № 22 на рис. 3 в виде диаграммы. Из рис. 3 наглядно виден расход энергии как на минимальный, средний и максимальный, так и на холостой ход.

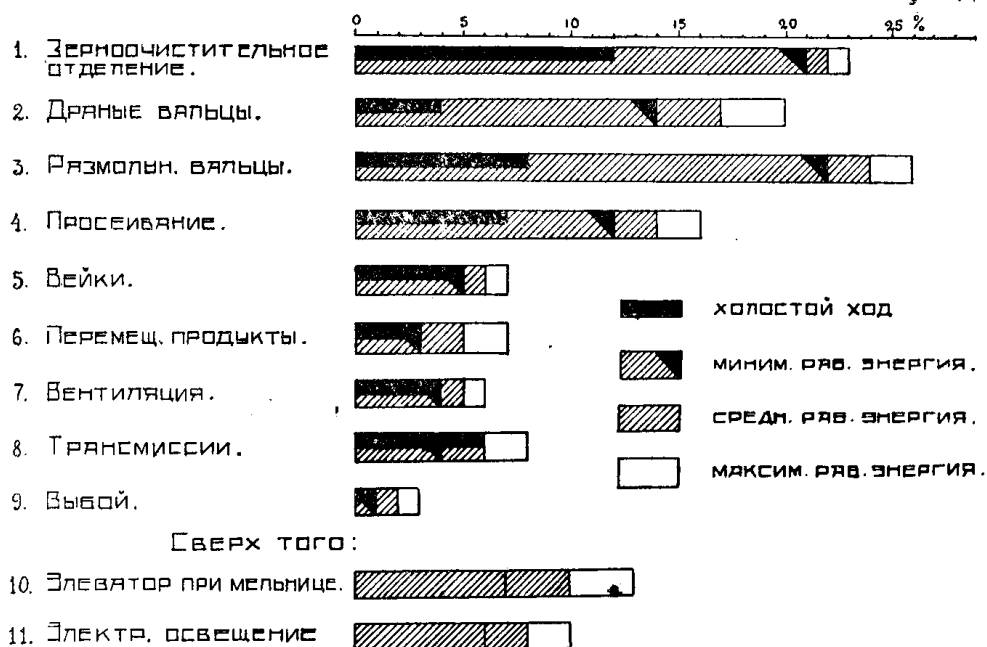


Рис. 3. Распределение энергии в мельницах высокого помола.

На рис. 4 нами изображено в виде диаграммы, общее распределение энергии на мельницах высокого помола.

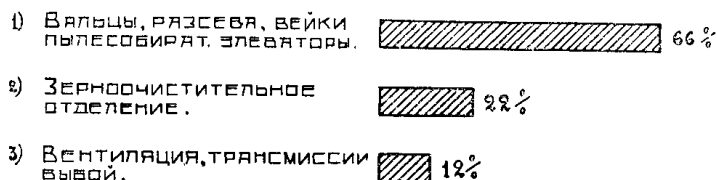


Рис. 4. Общее расположение энергии в мельницах высокого помола.

Мощность, необходимая при пуске мельницы в ход.

Известно, что при пуске мельницы в ход, особенно при более или менее продолжительной остановке ее зимой, когда сгущается смазка в подшипниках—требуется затрата значительно большей энергии, чем после того, как мельница разойдется и все механизмы ее разогреются.

Вопрос этот еще сравнительно мало исследован, между тем при электрификации мельниц он имеет особенно большое значение. В то время, как паровые и т. п. двигатели могут развивать на короткое время вращающие моменты, значительно превосходящие рабочие, электромоторы, обычно, не допускают слишком большой перегрузки, вследствие чего здесь приходится прибегать к применению соединительных муфт постепенно включающих рабочие механизмы или специальные электромоторы с высоким первоначальным вращающим моментом.

По американским данным вращающий момент при пуске в ход мельницы высокого помола после продолжительных остановок их (напр., на дни отдыха) обычно превышает на 200% — 300% нормальный вращающий момент при постоянной работе мельницы.

Оригинальное приспособление применено на одной американской мельнице. Главный электромотор устроен здесь таким образом, что статор его (во время работы неподвижный) может вращаться и постепенно затормаживаться особым специальным тормозом. Когда, после продолжительной остановки мельницы, ее хотят пустить в ход, то тормоз статора освобождают и пускают электрический ток. Статор начинает вращаться постепенно, по мере торможения его, приводит в движение ротор. Наблюдают, чтобы сила тока по амперометру не превысила известных пределов, допустимых для электромотора и когда ротор его достиг нормального числа оборотов, статор совершенно останавливают, закрепляя тормоз на все время работы мельницы.

На рис. 5 наглядно видно изменение мощности при пуске мельницы в ход, как это дает А. М. Marsh *).

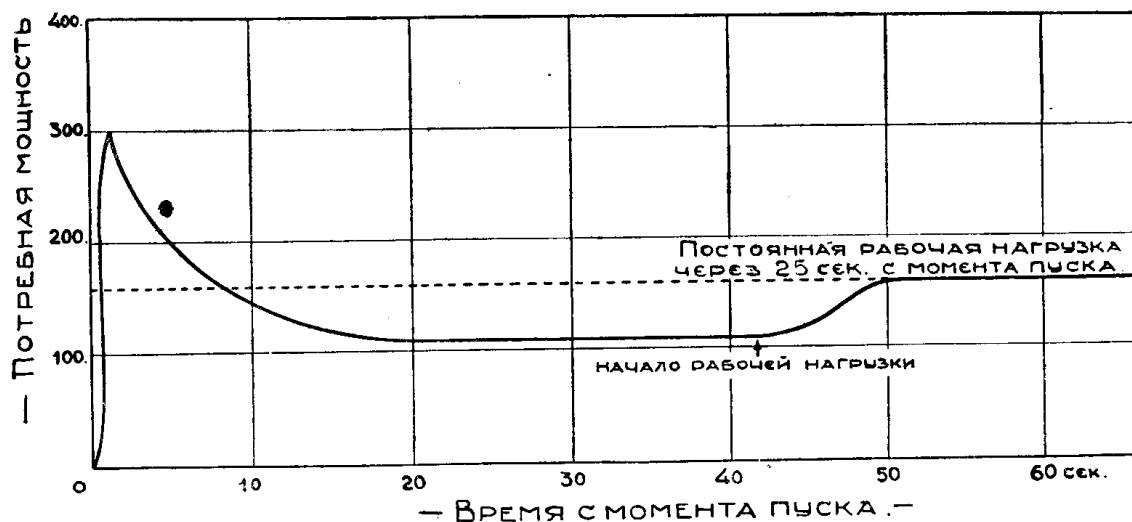


Рис. 5. Изменение мощности при пуске мельницы в ход.

В первые секунды, как видно из диаграммы, требуется двойная мощность в 300 л. с. против обычно потребных для движения мельницы 150 л. с. к концу 5 секунды мощность эта понижается до 206 л. с., 10-й—130 л. с. и 25 сек.—110 л. с. Другими словами, 110 л. с. требуется здесь, чтобы вращать мельницу, пока не пущено зерно, после чего нагрузка повышается до 150 л. с.

Как уже сказано выше и как нами будет объяснено более подробно ниже, для преодоления этого первоначального сопротивления мельниц применяют специальные электромоторы первонач. вращающий пусковой момент которых в 2—2,5 раза больше нормального рабочего.

*) А. М. Marsh Flour Mill Power National Miller September 1929 P. 20.

ГЛАВА III.

Часть В.

Передача энергии в мельницы электричеством.

1. Двигатели постоянного тока. Общие основы передачи и особенности работы двигателей постоянного тока.
2. Двигатели переменного тока: а) общие основы устройства передачи, коэффициенты полезного действия. Мощность. Схемы: а) типы двигателей переменного тока: асинхронные, синхронные и пр. Общая схема устройства. Характеристики особенности электромоторов для мукомольных мельниц и типы их. Примеры. Электромоторы заводов ГЭТ для мельниц.
3. Общее устройство передачи электричеством в мукомольных мельницах. Одиночные и групповые электромоторы. Установка эл.-моторов в мельницах. Передача движения от эл.-моторов. Общие основные устройства электропередачи в мельницах.

Как уже было указано выше, передача энергии в мельницы электричеством—„электрификация мельниц“—завоеывает за последнее время, особенно в Америке, все большее и большее распространение.

В мельницах нашли применение двигатели как постоянного, так и переменного тока (синхронные и асинхронные), ввиду чего мы коснемся ниже кратко преимуществ и недостатков этих главнейших типов эл. двигателей и их особенностей для мукомольных мельниц.

1) Двигатели постоянного тока.

Постоянный ток имеет, как известно, крупный недостаток невозможности изменять простыми техн. средствами его напряжение, ввиду чего при передаче энергии, приходится применять сравнительно низкие напряжения, что в свою очередь вызывает необходимость значительного сечения проводов и сравнительно их большую стоимость.

Поэтому, постоянный ток нашел в настоящее время применение для передачи энергии только на сравнительно очень небольшие расстояния и в мельницах почти исключительно к моторам сравнительно небольшой мощности (у вентиляторов, транспортн. лент и т. п.).

Сила электрического тока измеряется амперами и напряжение в вольтах.

Напряжение постоянного тока принимается в настоящее время обычно

$$V = 110, 220 \text{ или } 440 \text{ вольт.}$$

Мощность эл. мотора постоянного тока определяется по формуле

$$P = E \times J \times \eta \text{ ватт или } W = \frac{E \times J}{1000} \eta \text{ киловатт.}$$

где P — мощность эл. мотора в ваттах.

W — „ „ „ в киловаттах

E — напряжение тока в вольтах.

J — сила тока в амперах.

η — коэфф. полезного действия электро-мотора.

Для превращения мощности эл. мотора действ. лош. силы необходимо разделить число ватт P на 736 или умножить W — число квт. на 1,36, т. е. $N_e = \frac{P}{736}$ или $N_e = 1,36W$ д. л. сил.

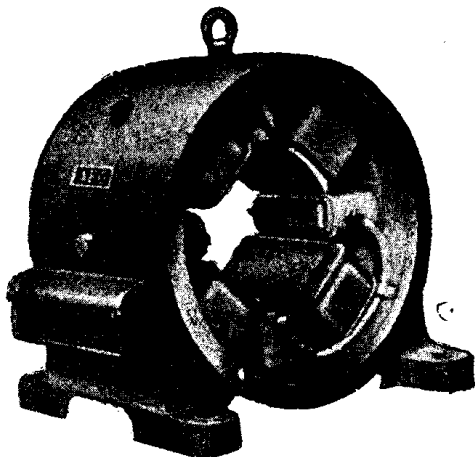


Рис. 6. Корпус электромотора постоянного тока.

Пример. Имеем работающий электромотор постоянного тока у эксгаустера мельницы, который при напряжении тока $V = 220$ вольт поглощает $J = 10,2$ ампера.

Коэффициент полезного действия $\eta = 0,8$.

Тогда $P = E \times J \times \eta = 220 \times 10,2 \times 0,8 = 1910$ ватт или $W = 1,910$ квт. или $N_e = 1,36 W = 2,6$ д. лош. сил

Электромотор постоянного тока состоит из корпуса (см. рис. 6), внутри которого находятся ряд электромагнитов и помещающегося в нем якоря (рис. 7).

Якорь эл. моторов постоянного тока имеет всегда коллектор, по которому во время вращения якоря скользят щетки, передающие электрическую энергию эл. мотору.

Это является крупным недостатком эл. моторов постоянного тока для мельниц, т. к. щетки дают обычно искры, от которых возможно воспламенение мельничной пыли.

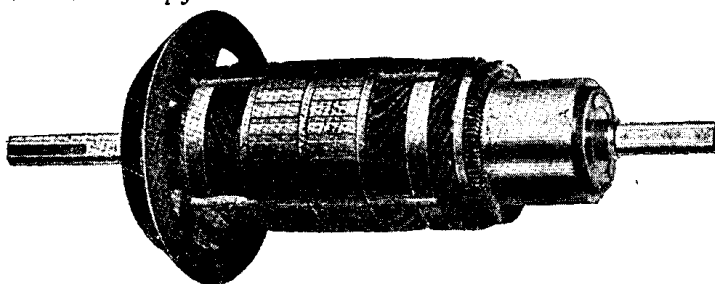
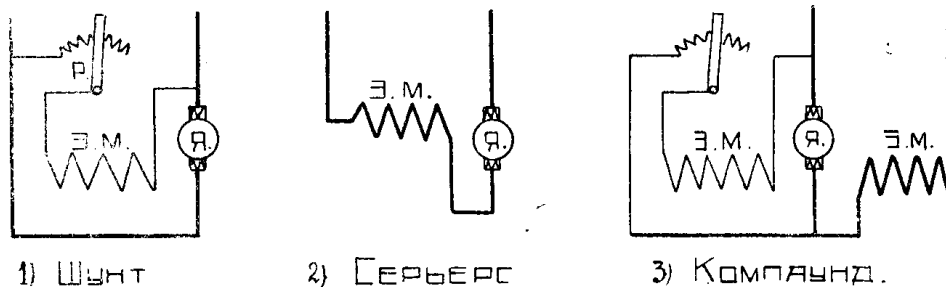


Рис. 7. Якорь (ротор) эл. мотора постоянного тока.

Поступающая в эл. мотор постоянного тока электрическая энергия должна с одной стороны проходить в обмотку электромагнитов, и с другой стороны через щетки и коллектор и обмотку якоря.

Применяются три типа соединений (рис. 8).

1. Шунтовая схема.
2. Серьерс (последовательная).
3. Компаунд.



1) ШУНТ

2) СЕРЬЕРС

3) КОМПАУНД.

Рис. 8. Основные схемы эл. моторов постоянного тока.

Наиболее часто применяется шунтовая система обмотки, причем на проводе, подводящем ток к эл. магнитам ставится обычно реостат (сопротивление), который, после того как мотор начинает принимать нормальное число оборотов, постепенно выключается.

2) Электродвигатели переменного тока.

а) Общие основы устройства передачи.

Электродвигатели переменного тока, вследствие удобства и экономических выгод передачи энергии этим родом тока нашли для мельниц самое широкое применение.

Энергия при электрификации мельниц получается обычно от центральных электрических станций, удаленных от мельницы иногда на довольно значительное расстояние. Применяется почти исключительно трехфазный ток.

Общая схема передачи электрической энергии здесь обычно следующая (см. рис. 9).

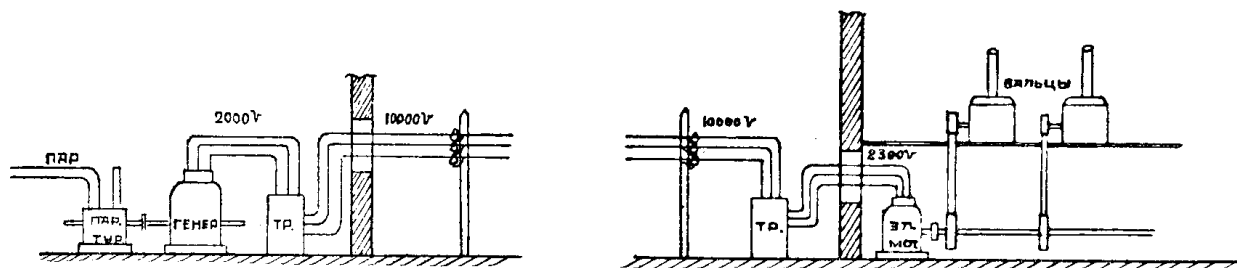


Рис. 9. Общая схема передачи энергии переменным током.

Как видно из схемы рис. 9 электрогенератор, приводимый на силовой станции в движение паровой турбиной (или водяной турб., дизелем и т. п.) развивает трехфазный ток (на рис. 9 напряжение в 2000 вольт). Напряжение при помощи трансформатора силовой станции повышается соответственно расстоянию передачи (на рис. 10000 вольт) и при помощи проводов ток, по линии передачи энергии (провода подвешенные на изоляторах к деревянным или металлическим столбам) передается к мельнице.

Здесь, при помощи трансформатора, напряжение тока понижается до пределов безопасности применения его и электроэнергия подводится к рабочим эл. моторам мельницы.

Стандартные рабочие напряжения тока принятые в настоящее время для СССР:

220, 380, 500, 3000 и 6000 вольт.

Последние два напряжения 3000 и 6000 вольт применяются для главных, отдельно устанавливаемых электрических моторов мельницы.

Рабочее напряжение тока—принятое в данное время в Америке: $V = 2300$ вольт для главных моторов мельницы, $V = 440$ для второстепенных более мелких эл. моторов.

Понятно, что при передаче энергии электричеством неизбежны потери ее, как в двигателе, генераторе, трансформаторах и проводах, так и в электромоторе. Потери эти, (а стало быть и коэфф. полезного действия), изменяются с изменением нагрузки, что легко видеть из характеристик приведенных нами на рис. 10.

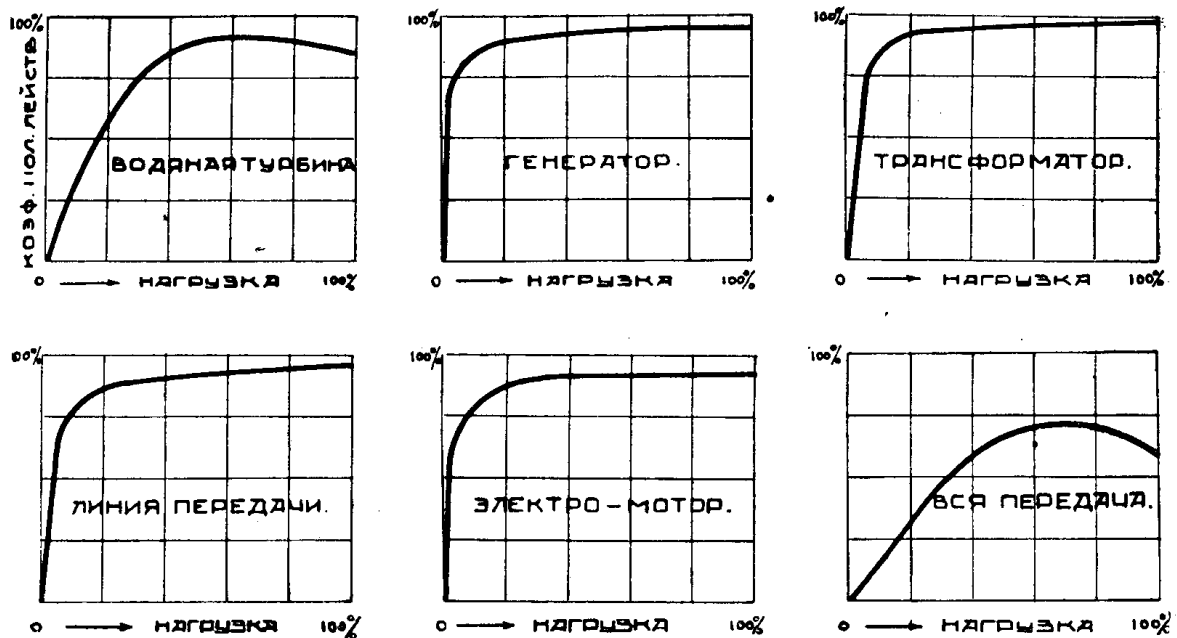


Рис. 10. Характеристики изменения коэф. полезного действия отдельн. элемент. электро-передачи, в зависимости от изменения нагрузки.

Как пример потерь при передаче переменного тока приводим потери при передаче электричеством водной энергии.

Общий коэффициент полезного действия всей передачи равен всегда произведению к. п. д. всех составных частей ее.

Коэффициент полезного действия при передаче водной энергии.

1. Водяная турбина	$\eta_1 = 0,8 \text{ — } 0,935$
2. Генератор эл. тока	$\eta_2 = 0,92 \text{ — } 0,94$
3. Повышающий трансформатор	$\eta_3 = 0,96$
4. Линия передачи	$\eta_4 = 0,9$
5. Понижающий трансформатор	$\eta_5 = 0,96$
6. Электромотор	$\eta_6 = 0,90 \text{ — } 0,94$

Полный коэф. п. д. $\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \times \eta_5 \times \eta_6 = 0,548 \text{ — } 0,691$

Понятно, что при применении парового или иного двигателя войдут другие коэф. и их полезн. действия.

Считая энергию на шинах силовой станции без передачи на расстояние коэф. полезн. действия передачи будет конечно выше $\eta = \eta_3 \times \eta_4 \times \eta_5 \times \eta_6$ и на шинах в мельнице еще выше $\eta = \eta_5 \times \eta_6$.

Прежде чем перейти к описанию главн. типов э. м. переменного тока, позволяем себе привести основные формулы для переменного тока.

Основные формулы для переменного тока.

Число периодов переменного тока.

Принято в настоящее время:

В Европе $s = 50$ в 1 секунд.

В Америке $s = 60$ „ „ „

Если:

n — число оборотов генератора в мин.

p — число полюсов

c — число периодов в 1 сек.,

то:

$$n = \frac{120 \cdot c}{p} \quad \text{например} \quad \begin{matrix} c = 60 \\ p = 20 \end{matrix}$$

Тогда

$$n = \frac{120 \cdot 60}{20} = 360 \text{ оборотов в 1 мин.}$$

Трехфазные провода могут соединяться или по схеме звезды (см. рис. 11), или же по схеме треугольника (см. рис. 12).

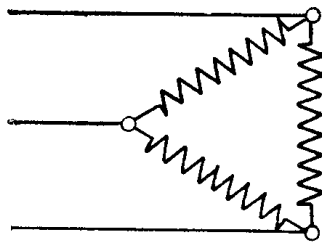


Рис. 11. Соединение звездой.

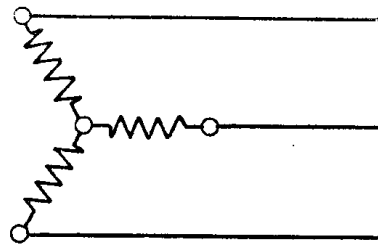


Рис. 12. Соединение треугольником.

Мощность, развиваемая переменным током.

При определении мощности, развиваемой переменным током, приходится учитывать еще т. н. $\cos \varphi$ или $\cos$ угла—между силой тока и напряжением.

Если:

P — число ватт.

W — киловатт

E — напряжение тока в вольтах.

J — сила тока в амперах

φ — угол между E и J .

Тогда теоретическая мощность в ваттах $P = E \cdot J \cdot \cos \varphi$ для переменного тока однофазн., $P = 2 E J \cos \varphi$ для переменн. двухфазн. тока.

$$P = \sqrt{3} E J \cos \varphi \quad \text{„} \quad \text{трехфазн. „}$$

Или:

Киловатты = киловольтамперам $\cos \varphi$

$$\text{квт.} = \text{KVA} \cos \varphi$$

Если, например, имеем мощность эл. тока в $P = 100$ киловатт, то при $\cos \varphi = 0,8$ мощность будет $\frac{\text{квт}}{\cos \varphi} = \frac{100}{0,8} = 125$ киловольтампер

$$1 \text{ квт.} = 1000 \text{ ватт.} \quad 1 \text{ лош. сила} = 736 \text{ ватт.}$$

Пример. Электромотор трехфазного тока, приводящий в движение мельничные валцы, потребляет $J = 50$ ампер при $E = 2300$ вольт.

Тогда развиваемая им мощность будет:

$$N_e = \frac{\sqrt{3} \cdot E \cdot J \cdot \cos \varphi}{736} \times \eta$$

принимая $\cos \varphi = 0,8$
 $\eta = 0,92$

Получаем:

$$N_e = \frac{\sqrt{3} \times 2300 \times 50 \times 0,8}{736} \times 0,92 = 218 \text{ д. л. с.}$$

в) Типы двигателей переменного тока.

Применяемые в настоящее время двигатели переменного тока можно разделить на два основных типа:

1. Асинхронные*) двигатели („Induction motor“), где вращение ротора не совпадает с вращением магнитного поля и
2. Синхронные двигатели („Synchron motor“), где вращение ротора почти совпадает с вращением магнитного поля и число оборотов и в зависимости от этого остается все время почти постоянным.

1. Асинхронные двигатели.

Асинхронные двигатели в свою очередь разделяются на три главнейших типа, а именно:

- а) асинхронные двигатели с простой обмоткой,
- в) „ „ „ с двойной „
- с) „ „ „ с фазовым ротором.

Характеристика главнейших типов двигателей переменного тока.

Для лучшего уяснения особенностей при пуске в ход и работы двигателей переменного тока мы приведем ниже характеристики главнейших типов их.

а) Асинхронный двигатель с коротко замкнутой обмоткой.

Ротор (якорь)—представляет из себя т. н. беличье колесо: в виде двух медных колец *m* и *n* (см. рис. 13), соединенных рядом медных прутьев *о* обмотки.

Прутья эти делаются или в уклон по оси ротора, или число секторов обмотки делается несколько большим или меньшим, чем в статоре, чтоб избежать толчков. Железный корпус ротора делается во избежание токов фуко из отдельн. пластин.

Прутья обмотки удерживаются в нем обычно при помощи деревянных клиньев (см. рис. 13) или т. п.

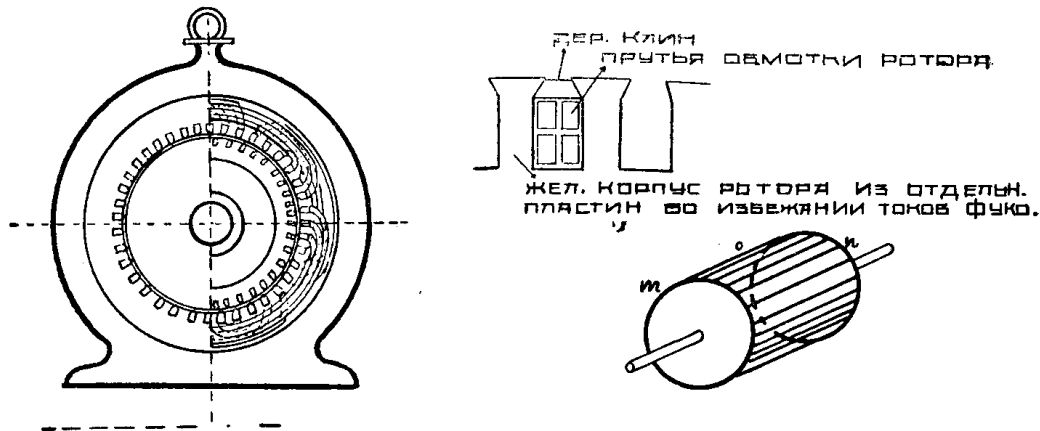


Рис. 13. Схема асинхронного двигателя с простой обмоткой.

*) Что по гречески значит: „неодновременные“.

Обмотка статора помещается в пазы его корпуса.
На рис. 14 изображены главные части асинхронного трехфазного э. мотора с короткозамкнутым якорем.

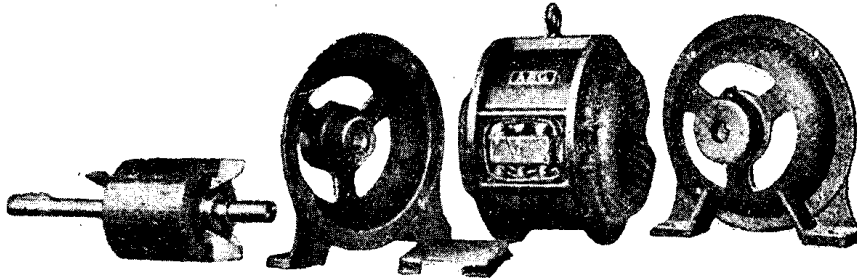


Рис. 14. Трехфазн. асинхронный эл. мотор с коротко замкнутым якорем (главные части).

Достоинство его то, что он не имеет ни коллектора, ни колец со щетками и может быть совершенно закрыт.

Недостатком его, как видно из ниже приведенной характеристики, является небольшой вращающий момент при пуске. Для получения норм. вращ. момента, который бывает во время работы, необходимо увеличивать силу тока при пуске в 6—7 раз.

Как видно из рис. 15 асинхронн. мотор с одинарной обмоткой характеризуется следующими особенностями:

1. Большая сила тока при пуске.

2. Малый коэфф. пол. действия при пуске.

3. Малый $\cos \varphi$ при пуске.

4. Малый вращающий момент M , при пуске постепенно возрастающий.

5. Отношение вращ. момента $\frac{M_{\max}}{M_{\text{норм}}} = 2 \div 2,5 \div 3$.

6. Скольжение (Slip) $\left\{ \begin{array}{ll} 1\% \text{ у моторов } 100 \text{ л. с.} \\ 2\% \text{ " } 10 \\ \text{до } 5-6\% \text{ " } 1-2 \text{ л. с.} \end{array} \right.$

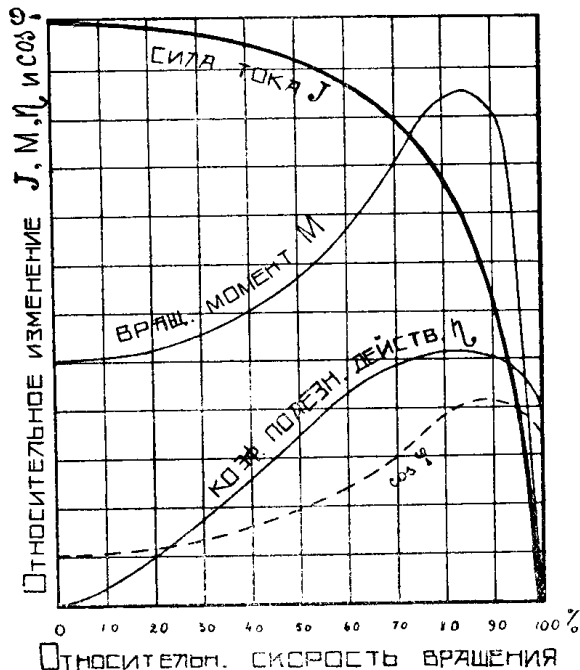


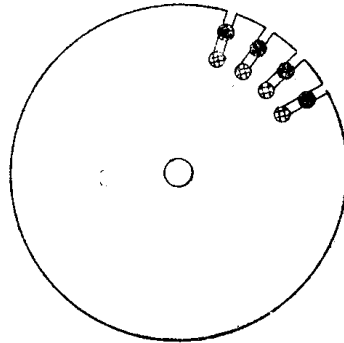
Рис. 15. Характеристика асинхронного мотора с одинарной обмоткой.

Скорость вращения ротора в % от скорости вращения магнитн. поля.

в) Асинхронный двигатель с двойной обмоткой.

Для повышения вращающего момента при пуске в ход и увеличения при этом $\cos \varphi$ — делаются асинхронные моторы с двойной обмоткой. Каждая обмотка ротора делается, как и при асинхронных двигателях с простой обмоткой, из ряда прутьев, соединенных по концам

отдельными кольцами. Для указанного повышения вращающего момента при пуске, наружная обмотка ротора (см. рис. 16), делается большего омического сопротивления (применяют для нее никкелин, томпак и т. п.) чем внутренняя.



- — НАРУЖН. ОБМОТКА
С БОЛЬШИМ СОПРО-
ТИВЛЕНИЕМ.
- ⊙ — ВНУТРЕН. ОБМОТКА
С МАЛЫМ СОПРО-
ТИВЛЕНИЕМ.

Рис. 16. Схема ротора асинхронного мотора с двойной обмоткой.

На рис. № 17 видно, наглядно, изменение вращающего момента по мере нагрузки мотора — как для отдельных обмоток, так и суммарного.

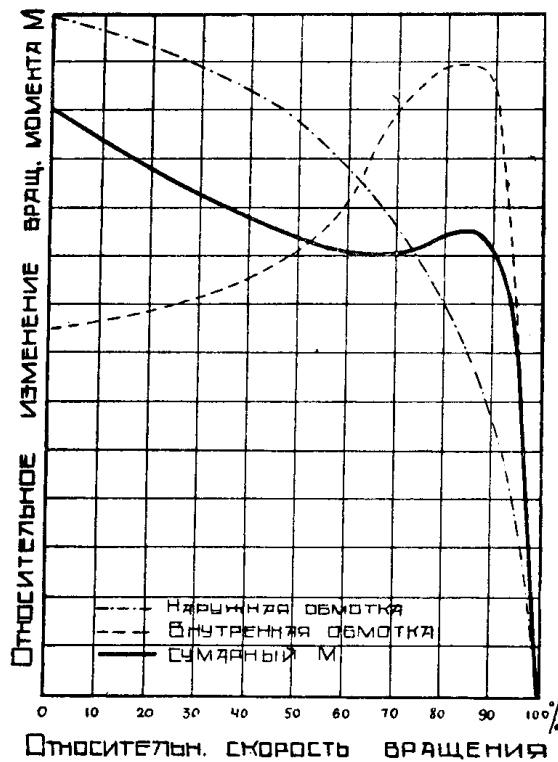


Рис. 17. Изменение вращающего момента асинхронного мотора с двойной обмоткой.

обмоткой ротора, состоящей из трех отдельных секций, при чем одни концы фазовых обмоток соединены вместе, а другие концы идут к трем кольцам специального коллектора, на валу ротора, от щеток которого идут провода к реостату (см. схему рис. 18).

Коэффициент полезного действия здесь вначале мал, но постепенно повышается. М при пуске в 2—2,5 раза больше чем у асинхронных моторов с одинарной обмоткой. Здесь совершенно отсутствует коллектор.

с) Фазовый асинхронный мотор (с контактными кольцами).

Фазовый асинхронный мотор трехфазного тока характеризуется

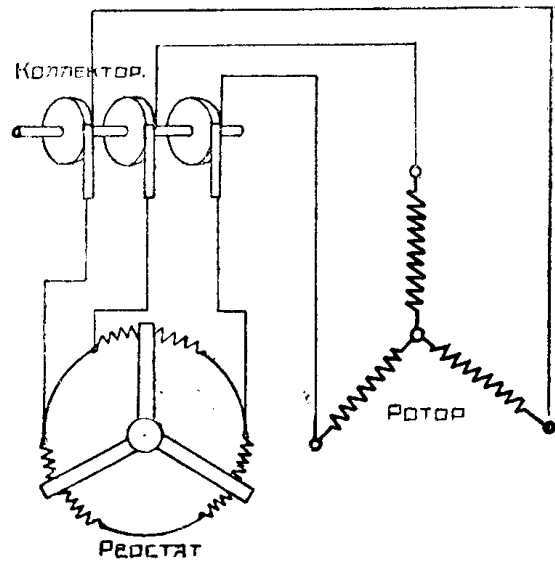


Рис. 18. Схема фазового асинхронного мотора, с контактными кольцами.

При пуске мотора в ход включается наибольшее сопротивление реостата, что дает наибольший вращающий момент. Затем переходят на несколько меньшее сопротивление, еще меньшее и когда мотор разошелся, реостат выключают, а щетки возможно тогда совсем поднять от коллектора.

На рис. 19. Наглядно показаны:

1. Наибольшее сопротивление реостата.
2. Уменьшенное сопротивл.
3. Еще меньше.
4. Реостат выключен.

Верхняя толстая линия—постепенное изменение вращ. момента, котор. все время остается большим.

При фазовым асинхронном моторе ротор и статор имеют одинаковую обмотку (разница только в числе витков и толщине проволоки).

Моторы этого типа не имеют выступающих полюсов (воздушный зазор между статором и ротором остается постоянным).

На рис. 20 изображены главн. части фазового асинхронного э. мотора трехфазного тока с тремя кольцами.

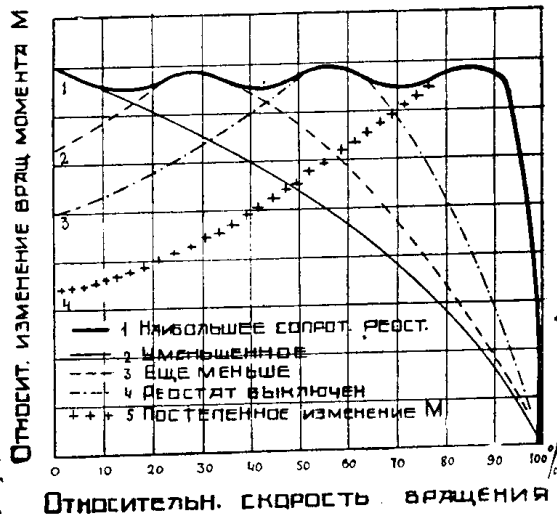


Рис. 19. Изменение вращающего момента фазового асинхронного мотора.

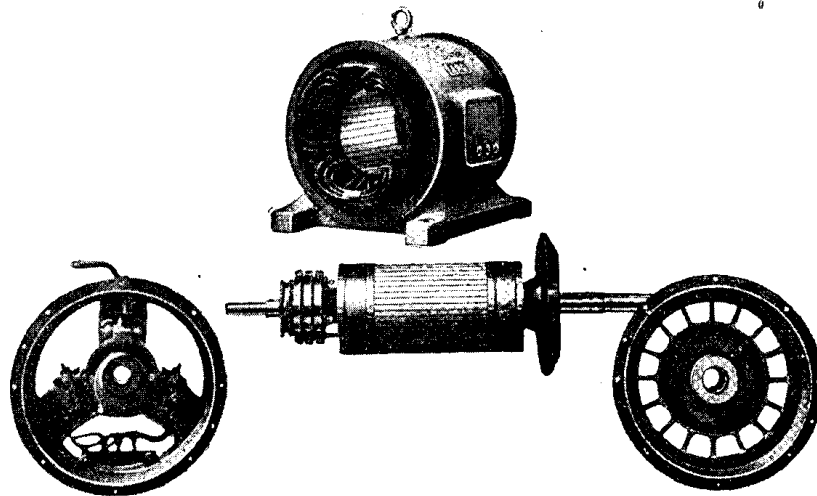


Рис. 20. Фазовый асинхронный э. мотор трехфазного тока с контактными кольцами.

Когда особым приспособлением обмотка якоря замкнута, он продолжает работать как обыкновенный коротко замкнутый якорь. Эл. моторы этого типа являются для мельниц, где работа идет непрерывно, но где требуется значительный первонач. вращ. момент,—наиболее подходящими. Напряжение тока у э. мотора не

должно изменяться более $\pm 5\%$. При понижении напряжения падает мощность, при повышении происходит перегревание железа в моторе.

Синхронные двигатели.

Синхронные двигатели характеризуются постоянным числом оборотов, соответствующих числу полюсов и периодов.

Двигатели этого типа имеют постоянное магнитное поле, создаваемое постоянным током, пропускаемым в обмотку. Для получения этого двигателя эти обычно имеют специальные возбудители.

При пуске в ход синхронные двигатели приходится обычно предварительно приводить во вращение, пока они не приобретут синхронной скорости.

Особенностью синхронных двигателей является то, что здесь большей частью бывают выступающие полюса (неравномерный воздушный зазор).

Удобство синхронных двигателей заключается в том, что они могут быть обратимы в генераторы электрического тока, в виду чего, как выше уже было указано, их иногда применяют на мельницах, насаживая ротор, например, на вал водяной турбины и используя или в качестве генератора электр. тока (когда нужно отдавать энергию в форме электричества) или электромотора (когда воды мало и приходится работать электрич. энергией, получаемой со стороны).

В общем же вследствие ряда недостатков, присущих синхронным двигателям и преимуществ асинхронных двигателей на мельницах применяются главн. образом последние.

Сверхсинхронные двигатели.

(Supersynchronmotors).

В Америке рядом фирм строятся и устанавливаются на мельницах еще т. н. сверхсинхронные двигатели.

Это собственно асинхронные моторы с двойным питанием и двойной синхронной скоростью. Двойное питание заключается в том, что переменный ток подается из сети в статор и через кольцевой коллектор в ротор.

Никакого возбудителя сверхсинхронный мотор не имеет.

Пусковая характеристика его аналогична таковой асинхронных моторов.

с) Особенности электромоторов для мукомольных мельниц. *)

Как указано выше электромоторы для мельниц, помимо всех обычных качеств (высокий коэфф. полезн. действия; большой коэфф. мощности— $\cos \varphi$ и пр.) электромоторы должны обладать следующими 3-мя особенностями:

1. Иметь по возможности большой вращательный момент при пуске.
2. Возможно малое число оборотов (для непосредств. соединения с мельничн. машинами и трансмиссиями).
3. Не бояться пыли мельничных помещений.

Отсутствие электромоторов с этими особенностями как указывает Bell **) долгое время служило даже препятствием к широкой

*) См. также ниже: электромоторы для мельниц заводов ГЭТ в СССР.

**) Bell Mechanical Engineering 1928 P. 83 с.

электрификации мельниц в Америке и только после длительных усилий и многолетних работ американским электротехникам удалось создать электромоторы удовлетворяющие вышеуказанным условиям для мельниц.

Приведем здесь описание строящихся теперь типов.

Типы корпусов эл. моторов трехфазн. тока.

На рис. 21 изображена нормальная открытая форма трехфазного эл. мотора с 3-мя кольцами.

Иногда для уменьшения трения примен. шариковые подшипники, что удорожает э. мотор ~ на 10%. Понятно, что применение таких электромоторов в помещениях мельниц, где имеется пыль или где они могут подвергнуться ударам или толчкам, неудобно, ввиду чего строят электромоторы закрытого типа с вентиляцией. При этом устраивают или ряд отверстий (с сетками) непосредственно на кожухе э. мотора или, если помещение очень пыльное, то устраиваются патрубки (рис. 22), один из которых может быть соединен с чистым наружным воздухом.

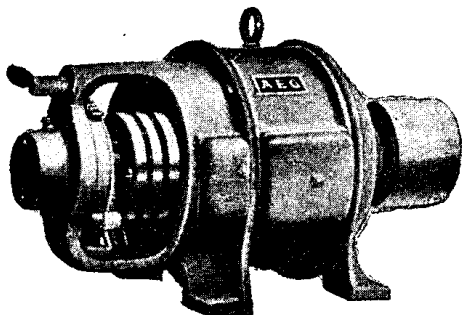


Рис. 21. Трехфазн. электромотор открытого типа.

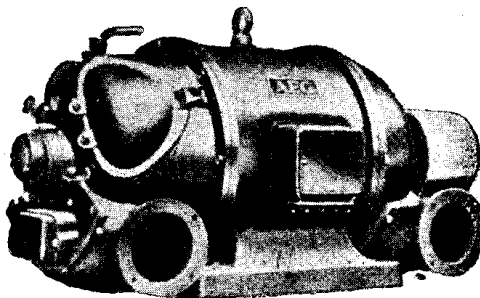


Рис. 22. Трехф. э. мотор закрытого типа с вентиляцией.

Особый эксгаустер, устроенный в корпусе э. мотора, втягивает этот воздух, выгоняя его по другому патрубку в помещение мельницы.

Всасывающий канал снабжается особой пылеотделительной сеткой.

Эта конструкция имеет то преимущество, что мотор не загрязняется вредной для него мучной пылью с одной стороны и получается более легкой и дешевой конструкции вследствие применения постоянного охлаждения (а стало быть и проводов меньшего сечения), с другой. Строятся также совершенно закрытые э. моторы. Недостаток их тот, что мощность их (от нагревания) при тех же размерах, ниже, чем у открытых моторов.

Кроме того разогретый воздух при охлаждении, во время останова, производит разрежение, натягивая каждый раз пыль особенно в подшипники. Обслуживающий персонал обычно ленится открывать их для надлежащего своевременного осмотра.

В виду того, что изоляция обмотки у э. моторов изготавливается теперь достаточно прочной и не боится пыли, предохранять от которой, особенно от опасности взрыва (от искры) приходится только кольца и щетки.—Строят также моторы открытого типа, но со

щетками и кольцами в стальном кожухе (рис. 23). Если даже и произойдет взрыв пыли от искры в кожухе, то развиваемое при этом максимальное давление 8 атм. стальной кожух выдержит и опасности в помещении мельницы нет.

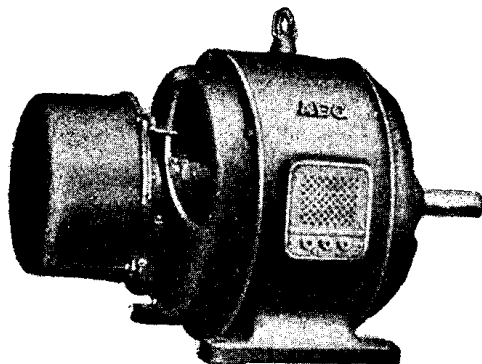


Рис. 23. Трехфазный э. мотор с вынесенн. наружу закрытыми кольцами и щетками.

По мнению D. N. Beckmann*) для мельничных помещений, обычно заполненных пылью, при нормальных обстоятельствах, когда не рассчитывают на возможность взрыва (происхождение взрывов от искры э. моторов—еще вопрос спорный) и имеется хороший обслуживающий персонал—наиболее подходящим типом будет обыкновенный э. м. нормального типа.

Для того, чтобы избежать слишком большого насаждения пыли, электромотор продувают сильной струей воздуха один раз в неделю.

Чтобы иметь большую гарантию безопасности можно применять э. моторы с вынесенными кольцами, закрытыми стальным кожухом, как было выше описано (см. рис. 23).

Проф. Dedrick рекомендует (Р. 471) применение асинхронных э. моторов закрытого типа, как наиболее удобных для муком. мельниц (the polyphase squirrel cage induction motor) как не имеющих снаружи движущихся частей и искрящих щеток.

Двигатели постоянного тока открытого типа, по мнению проф. Dedrick, не пригодны из-за пожарной опасности.

Хотя современные двигатели постоянного тока строятся теперь почти с полным устранением искрения на коллекторе, но все таки есть опасность.

Э. моторы постоянного тока закрытого типа являются безопасными, но это увеличивает значительно и размеры и стоимость.

Асинхронные э. моторы закрытого типа являются пригодными на муком. мельницах во всех случаях, а также для элеваторов за исключением установок для преодоления тяговых усилий (для под'ема и проч.), где требуется лучшая пусковая характеристика.

Второй важной особенностью э. моторов для мельниц является необходимость сравнительно небольшого числа оборотов их. Эта особенность вызывается надобностью соединения электромоторов на мельницах непосредственно с валами главных трансмиссий или мельничными машинами.

В настоящее время ряд крупных фирм Америки (General Electric Co, Allis Chalmers и друг.) вырабатывают электромоторы специально для мельниц.

*) Taschenbuch des Mullers 1927. S. 234

Таблица № 24.

Электромоторы перем. тока, применяемые на мельницах в Америке.

№№	Мощность л. с.	Оборотов в 1 м.	Напряжение вольт.	Число периодов	Число полюсов	Тип мотора	Форма	Назначение
1	150	300	2300	60	24	Сверх синхронный	S.E.C.	Непоср. соедин.
2	250	300	2300	60	24			Непоср. с вальц.
3	300	240	2300	60	30			Мельница 22 станка
4	400	300	2300	60	24			
5	500	300	2300	60	24			
6	750	257	440	60	28			

Из таблице 24 нами приведены некоторые данные для электромоторов этого типа. Из нее видно, что число оборотов здесь всего только от 240 до 300 в 1 минуту.

На рис. 24 показан э. мотор в 250 л. с. при 300 обор. в минуту, непосредственно соединенный с трансмиссией мельницы.

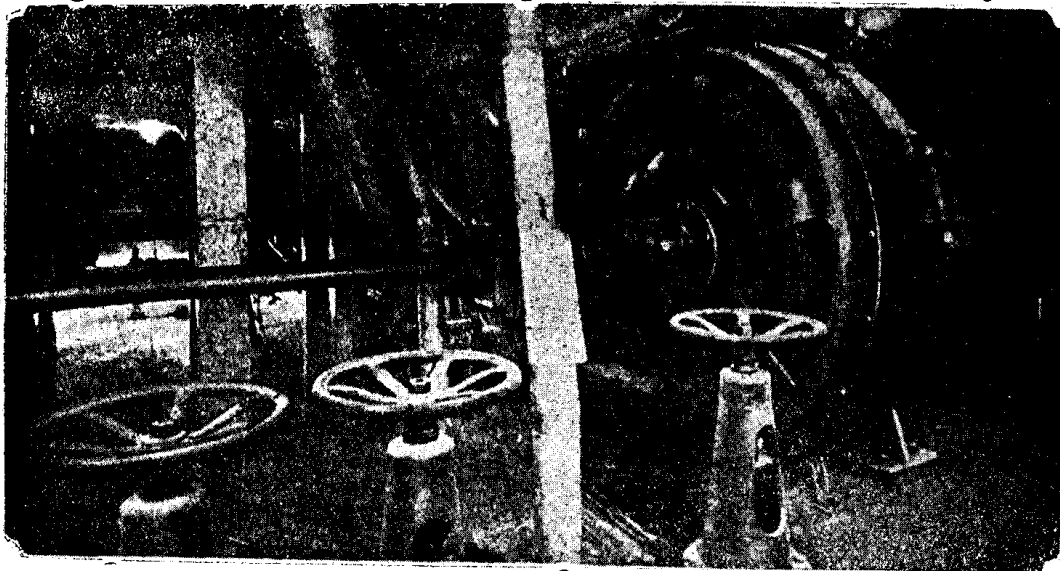


Рис. 24. Электро-мотор в 250 л. с. и 300 оборотов в 1 минуту непосредственно соединенный с трансмиссией.

На рис. 25 показан электромотор в 750 л. с. при 257 оборотах работ., при напряжении 440 вольт на мельнице Midland Milling Co в Kansase С. А. С. Ш.

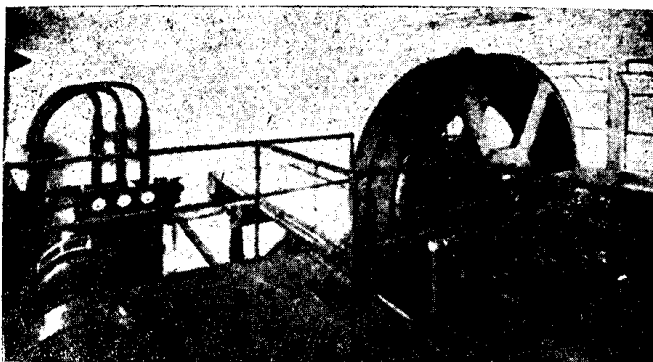


Рис. 25. Электромотор 750 л. с. при 257 оборот. в 1 мин. непосредственно соединен. с трансмисс мельниц С. А. С. Ш.

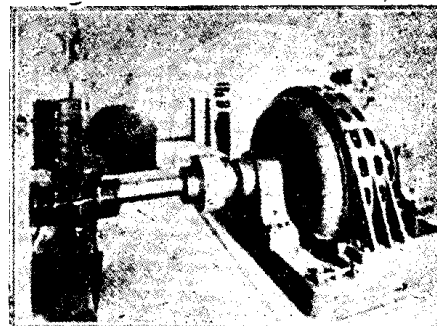


Рис. 26. Электромотор 1200 л. с. американского завода.

На рис. 26 показан электромотор в 1200 ампер. завода Allis Chalmers Co, непосредственно соединенный с валом главной трансмиссии мельницы, которая имеет суточную производительность 350 тн.

д) Электромоторы заводов ГЭТ для мельниц Государственного электро-технического треста.

Заводы ГЭТ (Государственного электро-технического треста) в СССР вырабатывают в настоящее время (декабрь 1929 г.) электромоторы как открытого, так и закрытого типа.

Для установки в рабочих помещениях мельницы наиболее подходящими являются трехфазные электромоторы ГЭТ, типа PRV с герметически закрытым кожухом, соединяемым со специальными трубами, по которым подводится чистый воздух, охлаждающий мотор, и отводится согрешившийся воздух. Трубы эти могут быть сделаны из листового железа с тщательно пропаянными швами и плотными соединениями (на флянцы и т. п.), чтобы в них не могла проникнуть мельничная пыль. Для того, чтобы э. мотор не нагревался общая длина под-и отводящих труб не должна быть более 20 метров. Чистый воздух для охлаждения может забираться снаружи или из помещения мельницы, свободного от пыли.

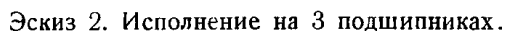
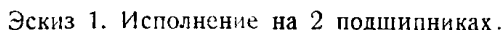
Электромоторы типа „PRV“ изготавливаются нормально ГЭТ-ом с контактными кольцами и приспособлением для под'ема щеток и короткого замыкания ротора (пусковой ротор), но могут быть выполнены и с постоянно налегающими щетками для регулирования числа оборотов.

В последнем случае требуется применение специальных пусковых и регулирующих реостатов в зависимости от режима работы мотора.

В таблице № 25 приведены главнейшие данные и цены моторов типа PRV, а на рис. 27 главнейшие размеры их.

Из таблицы, видно что моторы типа „PRV“ изготавливаются нормально мощностью до 100 квм. (136 л. с.). По особому заказу завод изготовляет моторы этого типа и до 200 л. с.

Нормальное число оборотов 750, 1000 и 1500.



На рис. 28 нами приведена диаграмма стоимости 1 л. с. моторов-типа „PRV“ левая половина диаграммы.

В самое последнее время Харьковским электромашиностроительным заводом ГЭТ выпущен новый тип электромоторов „Ут“—представляющий собой э. мотор, „с охлаждаемым кожухом“ „Mantelgekühlte motoren“, как называют их немцы.

Кожух этого мотора выполняется двойным, при чем внутренний кожух, герметически закрывающий обмотки мотора, защищает их от проникновения наружного, содержащего пыль или влагу воздуха и следовательно от загрязнения. Верхний с'емный кожух образует между собою и внутренним кожухом полое пространство, через которое установленным между ними вентилятором возможно прогонять охлаждающий воздух. При этом понятно, что в этом случае воздух может забираться и из помещения, где установлен мотор, если оно содержит пыль и проч., т. к. все равно сам мотор защищен вторым внутренним кожухом. Таким образом, при установке моторов типа УТ отпадает необходимость устройства подводящих чистый воздух труб, что значительно упрощает установку их против моторов типа PRV.

Для лучшего охлаждения моторов типа „Ут“—кроме вентилятора между кожухами, устанавливается еще внутри среднего внутреннего кожуха второй вентилятор приводящий в движение воздух, заключен-

Таблица № 25. Электродвигатели трехфазного тока для напряжения 500 вольт, закрытые, с вентиляцией типа „PRV“ на 1500, 1000 и 750

ТИ П R R V		Эффективная мощность		Число оло- рот в мину	Нормаль, на- пря- жение до вольт	Двигатель со шкивом без салазок		Ременный шкив					
		к. в	л. с.			Вес ок.кг.	Цена Рубли	Нормальный		Не- нормальный наименее до- пустимый диа- метр	Цена Руб.		
								Диаметр мм.	Ширина мм.				
На 1500 оборотов в минуту													
114	— 1500	4,5	6,12	1400	500	200	730.—	150	100	150	7.50		
114 a	— 1500	6,8	9,25	1420	500	210	750.—	160	110	160	8.75		
134 a	— 1500	10	13,6	1430	500	300	975.—	200	120	180	10.75		
134	— 1500	14,5	19,7	1430	500	320	1035.—	240	130	210	21.50		
164 c	— 1500	20,5	27,9	1450	500	520	1430.—	260	140	220	25.50		
164	— 1500	29	39,4	1450	3000	550	1490.—	300	160	250	36.50		
204 e	— 1500	40	54,4	1460	3000	810	1815.—	350	180	310	44.50		
204 g	— 1500	56	74,8	1460	3000	875	1985.—	400	200	320	68.—		
224 h	— 1500	75	102	1470	3000	1440	2600.—	400	260	350	76.—		
224ik	— 1500	100	136	1470	3000	1700	3240.—	450	320	400	—		
На 1000 оборотов в минуту													
114a	— 1000	4,5	6,12	940	500	205	765.—	160	110	140	8.75		
134a	— 1000	6,8	9,25	945	500	305	990.—	220	126	200	17.50		
134d	— 1000	10	13,6	955	500	335	1065.—	260	140	220	25.50		
164c	— 1000	14,5	19,7	960	500	525	1455.—	300	160	250	36.50		
164f	— 1000	20,5	27,9	960	3000	560	1545.—	350	180	260	44.50		
204c	— 1000	29	39,4	965	3000	800	1825.—	400	200	350	68.—		
204g	— 1000	40	54,4	970	3000	865	1930.—	400	200	360	68.—		
224h	— 1000	55	74,8	975	3000	1105	2320.—	500	240	420	81.—		
224k	— 1000	75	102	980	3000	1350	2790.—	600	320	560	140.—		
224k	— 1000	100	136	980	3000	1655	3380.—	600	320	540	140.—		
На 750 оборотов в минуту													
134a	— 750	4,5	6,12	705	500	295	995.—	220	120	180	17.50		
134d	— 750	6,8	9,25	710	500	315	1020.—	260	140	200	25.50		
164c	— 750	10	13,6	720	500	520	1475.—	300	160	250	36.50		
164f	— 750	14,5	19,7	725	500	555	1545.—	350	180	270	44.50		
204e	— 750	20,5	27,9	725	3000	810	1935.—	350	180	320	44.50		
204g	— 750	29	39,4	725	3000	875	2070.—	450	220	380	77.—		
224k	— 750	40	54,4	730	3000	1090	2335.—	500	240	400	81.—		
224ik	— 750	55	74,8	730	3000	1340	2815.—	600	320	560	140.—		
224n	— 750	75	102	730	3000	1540	3220.—	600	320	560	140.—		
264e	— 750	100	136	730	3000	2000	4110.—	650	360	680	190.—		

с контактными кольцами, с приспособлением для короткого замыкания, оборотов в минуту завода „Электро Сила“, Ленинград.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ РЕОСТАТ				МАСЛЯННЫЙ РЕОСТАТ				Комплект салазок с фундаментами цена Руб.	ТИП „PRV“
Для пуска в ход с нагрузкой									
Половинной		Полной		Половинной		Полной			
Тип	Цена Руб.	Тип	Цена Руб.	Тип	Цена Руб. без масла	Тип	Цена Руб. без масла		
На 1500 оборотов в минуту									
K393	VIB 64.—	K393	XA 88.—	K403	00B 56.—	K403	00A 56.—	53.—	114 —1500
"	VIIIB 90.—	"	XIIA 135.—	"	00B 56.—	"	0A 83.—	53.—	114a —1500
"	XgC 130.—	"	XIVA 190.—	"	00C 56.—	"	0A 83.—	53.—	134a —1500
"	XIIgC 175.—	"	XVIB 255.—	"	0C 83.—	K44	IB 170.—	53.—	134d —1500
"	XIVC 190.—	"	XXA 350.—	"	0C 83.—	"	IB 170.—	100.—	164c —1500
"	XVIC 255.—	"	XXXA 430.—	K443	IC 170.—	"	IIA 255.—	100.—	164ef —1500
"	XXC 350.—			"	IC 170.—	"	IIIB 480.—	100.—	204e —1500
"	XXHC 430.—			"	IIC 255.—	"	IIIB 480.—	100.—	204g —1500
	по запросу	по запросу		"	IIC 255.—	"	IVfB 800.—	100.—	224h —1500
				"	IIIC 480.—	"	IVfB 800.—	100.—	224ik —1500
На 1000 оборотов в минуту									
K393	VIB 64.—	K393	XA 88.—	K403	00B 56.—	K403	00A 56.—	53.—	114a —1000
"	VIIIB 90.—	"	XIIA 135.—	"	00B 56.—	"	0A 83.—	53.—	134a —1000
"	XgB 130.—	"	XIVA 190.—	"	00B 56.—	"	0A 83.—	53.—	135d —1000
"	XIIgC 175.—	"	XVIB 255.—	"	0C 83.—	K443	IB 170.—	100.—	164c —1000
"	XIVC 190.—	"	XXB 350.—	"	0C 83.—	"	IB 170.—	100.—	164f —1000
"	XIVC 255.—	"	XXIIB 430.—	K443	IC 170.—	"	IIIB 255.—	100.—	204c —1000
"	XXC 350.—			"	IC 170.—	"	IIIB 480.—	100.—	204g —1000
"	XXHC 430.—			"	IIC 255.—	"	IIIB 480.—	100.—	224h —1000
	по запросу	по запросу		"	IID 255.—	"	IVfC 800.—	100.—	224ik —1000
				"	IIIC 480.—	"	IVfB 800.—	145.—	224k —1000
На 750 оборотов в минуту									
K393	VIC 64.—	K393	XA 88.—	K403	00C 56.—	K403	00A 56.—	53.—	134a — 750
"	VIIIC 90.—	"	XIIB 135.—	"	00C 56.—	"	0B 83.—	53.—	134d — 750
"	XgC 130.—	"	XIVB 190.—	"	00C 56.—	"	0B 83.—	100.—	164c — 750
"	XIIgC 175.—	"	XVIB 255.—	"	0C 83.—	K443	IB 170.—	100.—	164f — 750
"	XIVC 190.—	"	XXB 350.—	"	0C 83.—	"	IB 170.—	100.—	204e — 750
"	XVID 255.—	"	XXIIB 430.—	K443	ID 70.—	"	IIIB 255.—	100.—	204g — 750
"	XXC 350.—			"	ID 170.—	"	IIIC 480.—	100.—	224k — 750
"	XXIID 430.—			"	IID 225.—	"	IIIC 480.—	100.—	224ik — 750
	по запросу	по запросу		"	IID 255.—	"	IVfC 800.—	145.—	244h — 750
				"	IIID 480.—	"	IVfC 800.—	145.—	264e — 750

Электродвигатели трехфазного тока

Тип PRV и обор.	Эскиз	Р А З М Е Р Ы													
		a ¹	a	b	c	d	Норм.	Наим. допуст.	f	g	i	k	l	m	n
							e	e ₁							
114—1500 114a—1500 и 1900	1	326	450	335	523	150	100	150	218	310	370	460	140	60	22
"		"	"	"	"	160	110	160 140	"	310	"	"	"	"	"
134a—1500		395	516	405	609	200	120	180	255	375	440	540	180	70	25
134d—1500		"	"	"	"	240	130	210	"	"	"	"	"	"	"
134a—1000 и 750		"	"	"	"	220	120	200 180	"	"	"	"	"	"	"
134d—1000 и 750		"	"	"	"	260	140	220 200	"	"	"	"	"	"	"
164c—1500		485	625	495	762	260	140	200	326	465	540	650	280	80	25
164f—1500		"	"	"	"	300	160	255	"	455	"	"	"	"	"
164c—1000 и 750		"	"	"	"	300	160	250	"	455	"	"	"	"	"
164f—1000 и 750		"	"	"	"	350	180	260 270	"	455	"	"	"	"	"
204e—1500 и 750	1	516	695	530	885	350	180	310 320	377	490	560	760	270	90	28
204g—100 и 1000		"	"	"	"	400	200	320 360	"	490	"	"	"	"	"
204e—1000		"	"	"	"	400	200	350	"	490	"	"	"	"	"
205g—750		"	"	"	"	450	220	380	"	485	"	"	"	"	"
224h—1500		555	738	570	981	—	—	350	412	—	570	820	280	100	28
224h—10000, 750		"	"	"	"	500	240	420 400	"	525	"	"	"	"	"
224ik—1500		595	778	610	983	—	—	400	414	—	650	820	360	100	28
224ik—1000, 750		"	"	"	"	600	320	560	"	565	"	"	"	"	"
244k—1500		645	855	660	1059	—	—	420	446	—	760	890	420	100	28
244k—1000, 750		"	"	"	"	600	320	540 560	"	615	"	"	"	"	"
264l—1000	1	698	925	715	1144	—	350	480	478	—	830	960	470	110	32
264l—750		"	"	"	"	650	—	630	"	630	"	"	"	"	"
264m—750		718	945	735	1145	800	360	760	479	650	870	960	510	110	32
284n—750	1	780	1070	795	1213	—	—	750	525	"	920	1060	560	110	32

Примечание. Размер a¹ для электродвигателей коротко-замкнутых.
 Размер С " " " с конт. кольцами и присп. для под'ема шелок.
 Двойной размер e₁ относится к числам оборотов 1500 и 1000, 1000 и 750.

Тип PRV и обор.	Эскиз	Р А З М Е Р Ы									
		a	c	d	Норм.	Наим. допуст.	f	g	i	k	m
					e	e ₁					
224h—1500	2	738	981	400	260	350	412	525	105	115	190
224ik—1500		778	983	450	320	400	414	565	105	115	190
244k—1500		855	1059	500	350	420	446	615	115	130	230
264l—1000		925	1144	600	360	480	478	630	130	142	250
284n—750		1070	1213	900	450	750	525	700	135	154	250

закрытые с вентиляцией типа PRV

В М И Л Л И М Е Т Р А Х																					
о	р	q	г	t	А	В	С	Н	Е	Л	М	Н	Р	С	Т	U	V	W	X	Y	Z
260	38	100	10	3	280	360	589	240	320	850	70	—	—	250	175	290	240	609	16	60	13
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"
300	48	120	12	3,5	340	420	689	80	365	850	70	—	—	250	175	290	240	609	16	60	130
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"
390	58	150	15	5	440	520	855	350	465	1150	80	50	110	275	250	700	620	800	19	70	180
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
470	68	170	18	5,5	450	610	963	410	536	1150	80	50	110	275	250	700	620	800	19	70	180
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
500	78	200	20	6	460	660	1026	450	574	1150	80	50	110	275	250	700	620	800	19	70	180
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
500	78	200	20	6	540	660	1026	450	599	1150	80	50	110	275	250	700	620	800	19	70	180
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
570	88	220	22	6,5	650	730	1110	470	634	1400	100	60	130	300	250	850	760	1000	23	80	190
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
600	98	240	24	7,5	710	780	1169	500	685	1400	100	60	130	300	250	850	760	1000	23	80	190
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
600	98	240	24	7,5	750	780	1169	500	686	1400	100	60	180	300	250	850	760	1000	23	80	190
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
700	105	260	26	8	800	880	1255	550	715	1700	130	70	150	325	300	1000	900	1200	26	90	220

В М И Л Л И М Е Т Р А Х																
A	C	H	E	L	M	N	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
550	1026	450	574	1150	80	50	110	275	250	700	620	800	19	70	180	
620	"	"	599	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
680	1110	470	634	1400	100	60	130	300	250	850	760	1000	23	80	190	
725	1169	500	685	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
830	1255	550	715	1700	130	70	150	325	300	1000	900	1200	26	90	220	

ный внутри мотора и прогоняющий его по особым трубкам проложенным по поверхности внутреннего кожуха и обтекаемым наружным воздухом, проходящим между кожухами мотора.

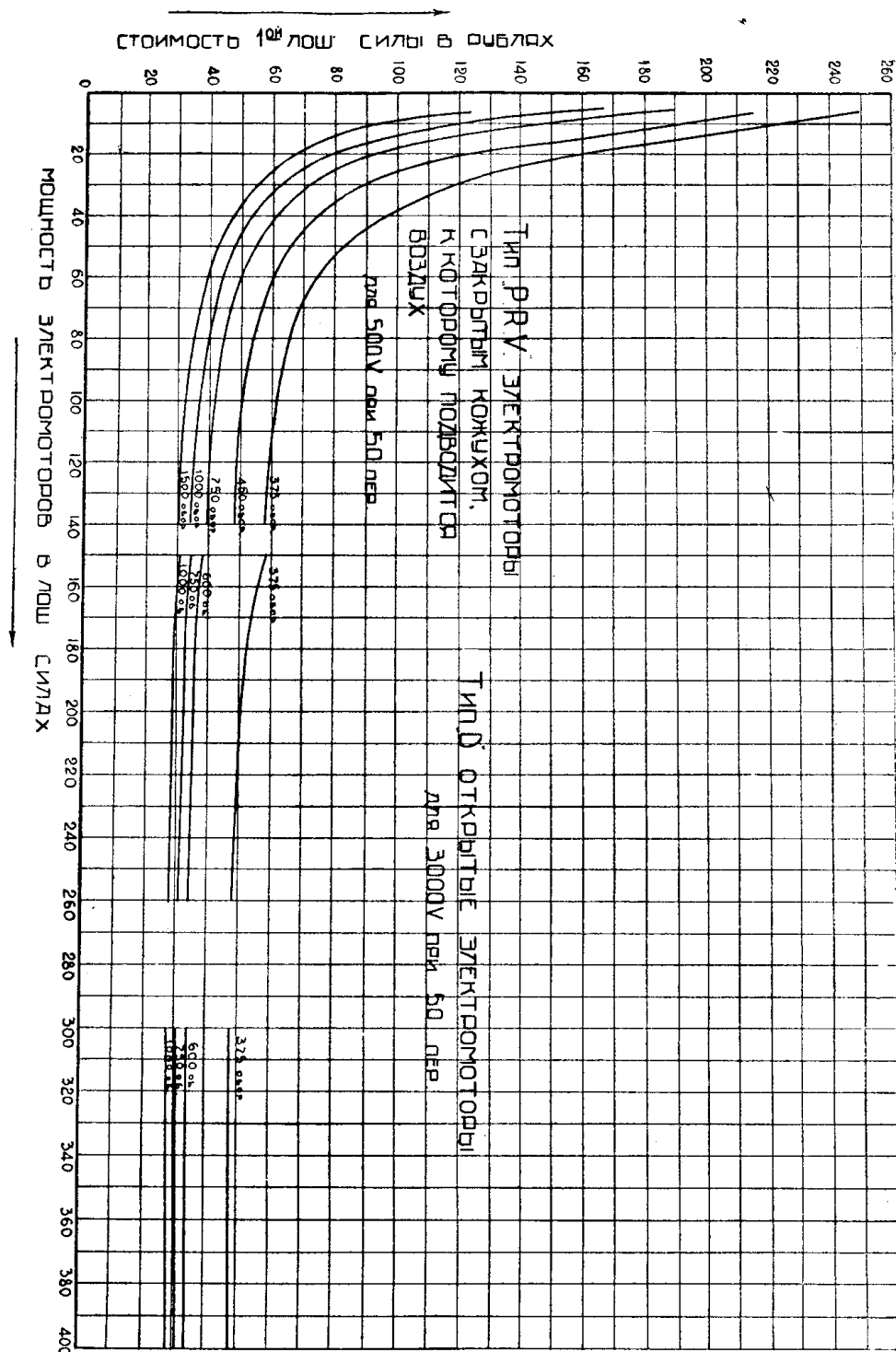


Рис. 28. Стоимость 1 лш. силы электромоторов трехфазного тока заводов ГЭТ.

Вследствие интенсивного охлаждения моторов типа „Ут“—материал в них используется более рационально и они очень мало отличаются по размерам от нормальных открытых электромоторов.

В настоящее время ГЭТ выпущены моторы типа „Ут“ следующих размеров:

От 4,5 квт. до 75 квт. при 1450 оборотах в минуту.

„ 4,5	„	„	54	„	„	965	„	„
„ 4,5	„	„	40	„	„	730	„	„

Шкала мощностей между вышеприведенными пределами совпадает с мощностями моторов типа—„PRV“. В дальнейшем предполагается вырабатывать моторы этого типа больших мощностей.

Необходимо еще добавить, что контактные кольца у моторов типа „Ут“ вынесены из кожуха мотора за подшипники и расположены на конце вала в герметической коробке. Это дает возможность очень удобного осмотра и смены щеток без разборки всего кожуха мотора. Исключение представляют только малые электромоторы в 4,5 лошадиных силы, где для осмотра мотора приходится каждый раз разбирать кожух, но вследствие небольших размеров этих моторов это не представляет особых затруднений.

Электромоторы открытого типа.

Для непосредственного приведения в движение главных трансмиссий мельницы требуются большей частью электромоторы значительной мощности (150—400 л. с.) при сравнительно небольшом числе оборотов (при установках в СССР часто применяют 375 обор. в 1 мин.). Такие моторы выполняются ГЭТ открытого типа и устанавливаются обычно в отдельных помещениях, тщательно изолированных от остальных пыльных рабочих помещений мельницы.

В таблице № 26 даны ориентировочные данные для этого типа „Д“ моторов.

Из примечания в таблице видно, что пусковой момент здесь гарантируется от 2,0 до 2,5 кратн. от нормального вращательн. момента, при заданной мощности, но по особому заказу, с доплатой около 30%, могут быть изготовлены моторы с 3-кратным вращающим моментом.

Сравнительная стоимость 1 лош. силы моторов типа „Д“ видна из рис. № 28 (правая часть диаграммы). Из нее видно, что стоимость 1 л. с. их несколько меньше, чем э. моторов закрытого типа „PRV“.

Пусковые реостаты, распределительные ящики и проч.

Для пуска электромоторов, устанавливаемых на мельницах, должны быть взяты обязательно плотно закрытые реостаты с масляным охлаждением на полный пусковой момент вращения, который должен быть развит мотором при пуске в ход. Если этот пусковой момент выше нормального, то он должен быть специально оговорен при заказе мотора.

Следует иметь в виду, что нормально пусковой момент трехфазных э. моторов при пуске с реостатом составляет около 1,4 до 1,6 от нормального рабочего вращ. момента, соответствующего нормальной мощности э. мотора.

Таблица № 26 ориентировочных данных э. моторов 3-х фазного тока, 50 пер., 3000 в., открытого типа "Д"

Число оборотов в мин. (синхрон)	Мощность с л. с.	Приближительная стоимость в Руб.		К. п. д. в % при нагрузках			Коэфф. мощности (cos φ) при 1/1 нагр.	Приближительные размеры в м/м.			Приблизительная стоимость в кг.	Приблизительная стоимость с учетом реостатов и лазакми
		Мотора	Пусков. реостата	1/1	3/4	1/2		Длина по оси	Ширина	Высота центра вала		
1000	400	7950 —	2430 —	92,5	92	91,5	0,91	1960	1320	620	4220	10630 руб.
"	225	5700 —	775 —	92	91,5	91	0,91	1925	1180	600	2950	6725
"	175	4200 —	775 —	91,5	91	90	0,9	1790	1010	500	2400	5175
"	150	3850 —	775 —	91,5	91	90	0,9	1745	1010	500	2150	4770
750	400	9350 —	2430 —	92,5	92	91,5	0,91	1495	1520	700	4600	12030
"	225	6400 —	775 —	92	91,5	91	0,9	1505	1160	600	3100	7425
"	175	4650 —	775 —	91,5	91	90,5	0,85	1425	1160	600	2610	5625
"	150	4230 —	775 —	91,5	91	90,5	0,85	1385	1160	600	2350	5150
600	400	10700 —	2430 —	91,5	91	90,5	0,9	1570	1520	750	5100	13430
"	225	7520 —	775 —	91,5	91	90,5	0,9	1430	1320	750	3750	8225
"	175	5200 —	775 —	91,5	90	89,5	0,85	1360	1320	750	2850	6175
"	150	4800 —	775 —	91,5	90	89,5	0,85	1505	1160	600	2600	4750
375	400	16200 —	2430 —	91,5	91	90,5	0,85	1880	2350	1010	7210	18930
"	225	9800 —	775 —	90,5	90	89,5	0,84	1575	1700	980	3800	10225
"	175	8360 —	775 —	90,5	90	89,5	0,83	1495	1700	980	3350	9335
"	150	7800 —	755 —	90	89,5	89	0,83	1445	1700	980	3100	8750

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Цены, веса и размеры даны для моторов в исполнении с двумя подшипниками и свободным концом вала (без шкива)

2. Указанные в таблице числа оборотов являются синхронными, рабочее число оборотов мотора ок. 3% ниже синхронного
3. Пусковой момент может быть гарантирован:

для моторов на 1000 и 750 обор./мин. — 2,5 — кратный от нормального при соотв. заданной мощности

[illegible][illegible]

4. Для запуска с 3-кратным моментом моторы типа „Д“, предложены быть не могут, так как для этой цели потребовался бы слишком тяжелый тип. В этом случае следует применить специальный тип моторов. Стоимость их, соответственно указ. выше мощностям, повышается на 30 % и заказы на них могут быть приняты в колич. не менее 3 шт. одновременно
5. Моторы снабжаются пусковыми масляными реостатами для пуска их в хол. при усил. пусковом моменте (см. пр. 3)
6. Моторы длх напряж. 6000 в. строятся завод. Гэт мош. 175 л. с. и выше. Стоим. их 2 % выше соответ. мот. на 300 в.

Для включения и выключения э. моторов на месте установки в мельницах и для контроля нагрузки их необходимо употреблять специальные чугунные или железные плотно закрывающиеся распределительные ящики. В ящиках помещается необходимая аппаратура, которая таким образом защищена от пыли и загрязнения.

Заводы ГЭТ выпускают следующие типы распределительных ящиков

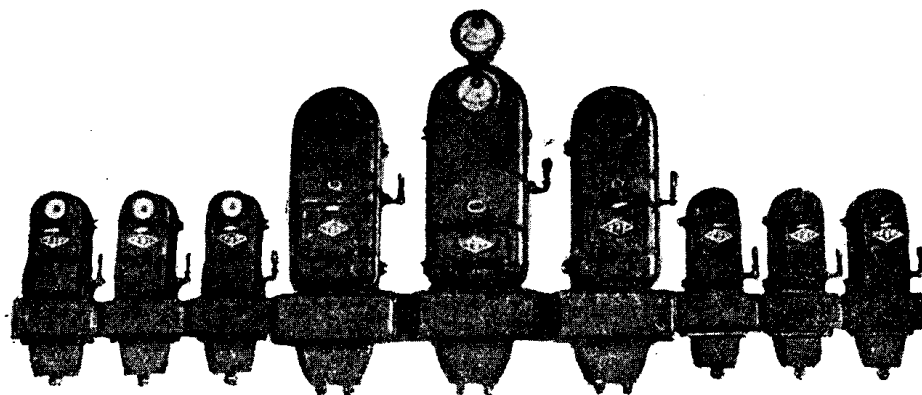
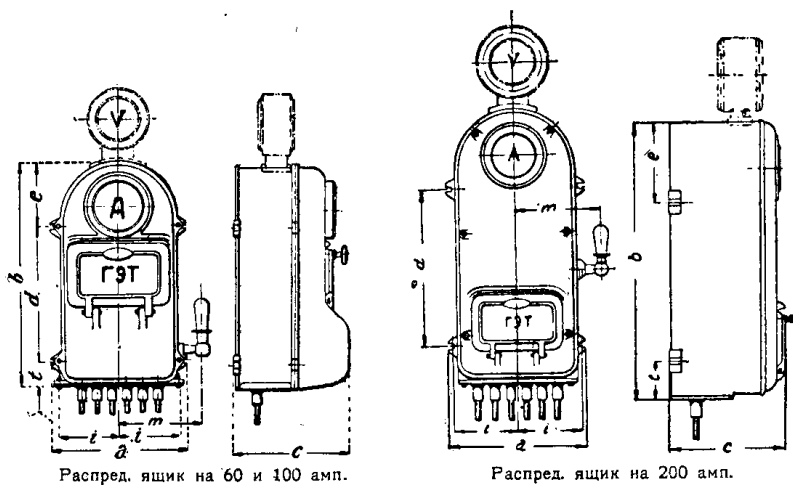


Рис. № 29. Распределительные чугунные ящики завода ГЭТ(наружн. вид).

А. Низкого напряжения до 550.

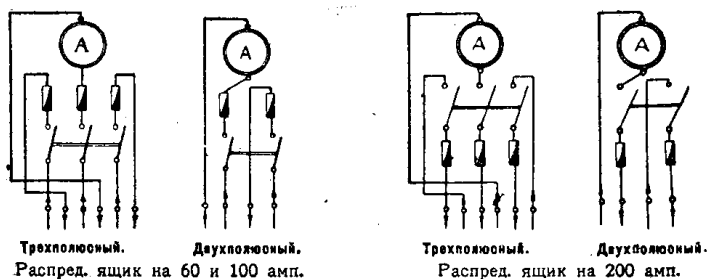
1. Тип III А—со встроенными в него:

- а) трехполюсным рубильником.
- б) " предохранителем.
- в) " амперометром.



Распред. ящик на 60 и 100 амп.

Распред. ящик на 200 амп.



Трехполюсный. Двухполюсный.
Распред. ящик на 60 и 100 амп.

Трехполюсный. Двухполюсный.
Распред. ящик на 200 амп.

Рисунок № 30. Распределительные ящики типа А.

Эти ящики строятся на силу тока до 25, 60, 100 и 200 ампер. Цифра, обозначающая силу тока, на которую предназначается ящик, ставится с правой стороны от обозначения типа: наприим.: III А—60. По желанию эти ящики могут быть доставлены с вольтметром или без амперометра. Ящик устроен так, что дверца не может открываться при замкнутом рубильнике, а рубильник может быть включен только при закрытой дверце ящика.

**Распределительные ящики ГЭТ. Типа III А
(трехполюсные).**

Т и п	Сила тока Амп.	Вес кгр.	Цена рубл.
III А 60 .	60	30	125
III А 100 .	100	46	190
III А 200 .	200	104	290

2. Тип III АС со встроенными в него:

- а) максимально нулевым автоматическим выключателем,
- б) амперометром и при желании вольтметром.

Эти ящики строятся до 100, 200 и 400 ампер.

**Распределительные ящики ГЭТ. типа III АС
(трехполюсные).**

Тип	Сила тока ампер	Вольт	Вес кг.	Цена рубл.
III АС 100	100	500 750	110	610 680
III АС 200	200	500 750	120	640 655
III АС 400	400	500 750	140	790 835

В ящик встраивается автомат типа „С“ максимально нулевой с магннстным гашением дуги и амперометром.

Максимальное выключение осуществлено в двух фазах; нулевая катушка включена между двумя фазами.

Автомат имеет свободное расцепление, благодаря которому устраняется возможность длительного умышленного включения на короткое замыкание или перегрузку.

При отсутствии напряжения автомат не может быть включен.

3. Тип ЯММИ со встроенным в него:

- а) трехполюсным выключателем, помещенным в масляном баке,
- б) максимально нулевым автоматическим приспособлением для выключения рубильника при перегрузке.

Эти ящики строятся на силу тока до 200 ампер.

Б. Ящики высокого напряжения.

1. ТИП „С № 7“—на 3300 вольт со встроенными в него:

- а) масляным выключателем с автоматическим максимально нулевым включением и выдержкой времени,
- б) трехполюсный раз'единитель,
- в) трансформаторы тока и напряжения,
- г) амперометром и по желанию вольтметром,
- д) двумя кабельными муфтами.

При максимальной мощности мельничных моторов высокого напряжения 450 л. сил является достаточным тип. ящика на рабочую силу тока 200 ампер. Цена такого ящика 1350 руб.

2. ТИП „ЯЖ—5“—на 6600 вольт, в котором встроена та же арматура, что и в ящике „С № 7“. Стоимость ящика — „ЯЖ—5“—на рабочую силу тока до 200 ампер около 2000 рублей.

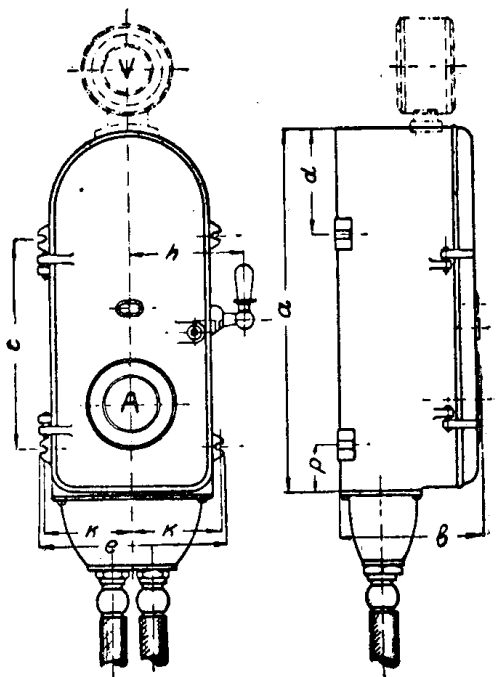


Рис. № 31. Распределит. ящики типа АС.

3. Общее устройство передачи электричеством в мукомольных мельницах.

Одиночные или групповые э. моторы на мук. мельницах

Передача энергии в мельницу характеризуется прежде всего тем, что машины здесь или группы их должны работать одновременно. Потребление энергии отдельными машинами в большинстве сравн. небольшое. Число оборотов рабочих машин мельницы обычно меньше чем стандартных э. моторов.

Принимая это во внимание, является более рациональным применять или групповую систему располож. э. моторов, или один э. мотор для всей мельницы. Применять же одиночный способ передачи, устанавливая к каждой отдельной мельничной машине по э. мотору, очевидно, для мукомольных мельниц не рационально, но, в некоторых случаях, где требуются слишком длинные трансмиссии, как например, к эксгаустерам, конвейерам и т. п.—рациональнее ставить отдельные э. моторы.

Установка э. моторов в мельнице.

На рис. 33 изображено схематическое устройство передачи энергии в мукомольной мельнице от электромоторов.

Как легко видно из схемы, здесь возможны различные комбинации.

В нижнем 1 этаже слева показаны в боковом виде два электромотора № 1 и № 2 (которые видны, один за другим, с торца вала, в середине рисунка) и над ними часть боковых трансмиссий.

Мотор № 1 может передавать движение на вал главной трансмиссии А и с него ремнями или канатами на вспом. трансмиссию. В и с нее на вспомог. трансмиссию С IV этаже.

С этого же вала А главн. трансмиссии возможно передать движение (ремнем или канатами) G—на рис. пунктиром на вал главн. трансмиссии D (в 1 этаже). А с вала D на валы Е и F.

Таким образом это будет схема приведения в движение всей мельницы от одного электромотора.

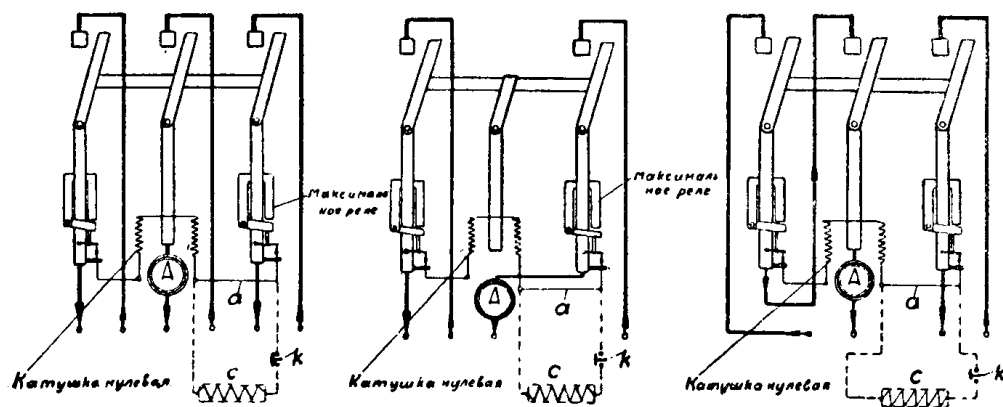


Рис. 32. Схема соединений в распределительных ящиках типа АС.

Возможно также поставить в 1 этаже два э. мотора № 1 и № 2 и устранив ременную передачу G, вращать каждую трансмиссию от своего э. мотора. При этом также возможно, что часто и выполняют в настоящее время, что эти моторы соединяют непосредственно с валами главн. трансмиссии (без передачи).

Возможна установка в 3 этаже э. мотора № 3, который будет самостоятельно приводить в движение трансмиссии В и С тогда конечно, передача L—излишня.

Возможна установка э. мотора № 4 в IV этаже (на рис. справа) с передачей движения на трансмиссии F и E и с выключением передачи M.

Возможна также постановка индивидуальных моторов к отдельным мельничным машинам и другие различные комбинации.

Такие машины как вальцы и проч. лучше приводить в движение от трансмиссионных валов группами передавая движение ремнями. Такие группы машин удобны в мельнице. Кроме того одиночный привод удобнее, из за связи машин между собой иначе по остановке одной из машин она будет завалена при работе группы.

Наилучший метод—это комбинация групповой и одиночной передачи: одиночные приводы, правда, дают сокращение трансмиссии и трения, но современные

трансмиссии на шариках довели расход на трение до минимума.

Хотя с применением тихоходных э. моторов, непосредственно соединенных с трансмиссионными валами мельницы—устраняется промежуточная ременная или канатная передача и этим как бы упрощается все устройство и повышается коэффициент п. д., но выгода эта является еще во многих случаях вопросом спорным т. к. с уменьшением числа оборотов э. моторов понижаются $\cos \varphi$ и коэф. п. д. их, падает пусковой вращающий момент (напр. при $n=750-1000$, $M=2,5$, при $n=600$, $M=2,2$ и при $n=375$ $M=2,0$) и наконец повышается стоимость таких э. моторов. Между тем коэффициент полезного действия ременной передачи имеет довольно значительную величину (напр.: $\eta=0.96-0.97$) и применение ее дает возможность ставить более дешевые и экономные быстроходные э. моторы и создает целый ряд удобств.

Удобство применения э. моторов это любое расположение рабочих машин и сокращение длины ремней.

Преимуществом электрификации является то, что, если различные группы машин работают от отдельных э. моторов, что при постановке новых машин их можно пустить одиночным приводом, не прерывая работы остальных машин.

Одиночный привод отдельными электромоторами удобен для машин, которые стоят в стороне и имеют большое число оборотов, как напр., эксгаустеры и т. п.

Проф. Dedrick для мельниц небольшой и средней производительности предпочитает привод одним электромотором всей мельницы. Потеря на трение в трансмиссиях, при применении в настоящее время усовершен. трансмиссий на шариках и на роликах, доведена, как уже сказано, до минимума.

Применяя групповой привод, раздроблять на группы или особенно переходить на отдельный привод нужно только в случаях необходимости и рациональности.

Инж. А. Е. Hall заведывающий отделом мельничных машин крупного американского завода Allis—Chalmers Manufact. Co *) считает также нерациональным применение одиночной передачи от отдельных э. моторов к машинам мук. мельниц и считает наиболее рациональным групповую систему. При этом он считает, что возможно выделять следующие группы машин в мельницах:

1. Зерноочистительное отделение, в крупных мельницах и отделение для получения зерна (элеватор).
2. Вальцовые станки или дробилки.
3. Просеивающие машины и вейки, подъемные элеваторы, конвейеры, и вообще все машины расположенные в размольном отделении мельницы выше вальцевых станков.
4. На судоходных реках и при гаванях—подъемные краны.

Передача движения от электромоторов.

Передача движения от электромоторов к рабочим машинам или трансмиссиям производится как выше сказано, или непосредственно соединением, или при помощи шкивов и ремней.

*) См. Standart Handbook for Electrical Engineers Sec. 15—433.

При электромоторах до 150 л. с. и 1000 обор. применяется вынос шкива на конец вала. При больших мощностях обычно устраивается поддерживающий подшипник по другую сторону шкива или применяются даже две стойки по обе стороны шкива (рис. 34).

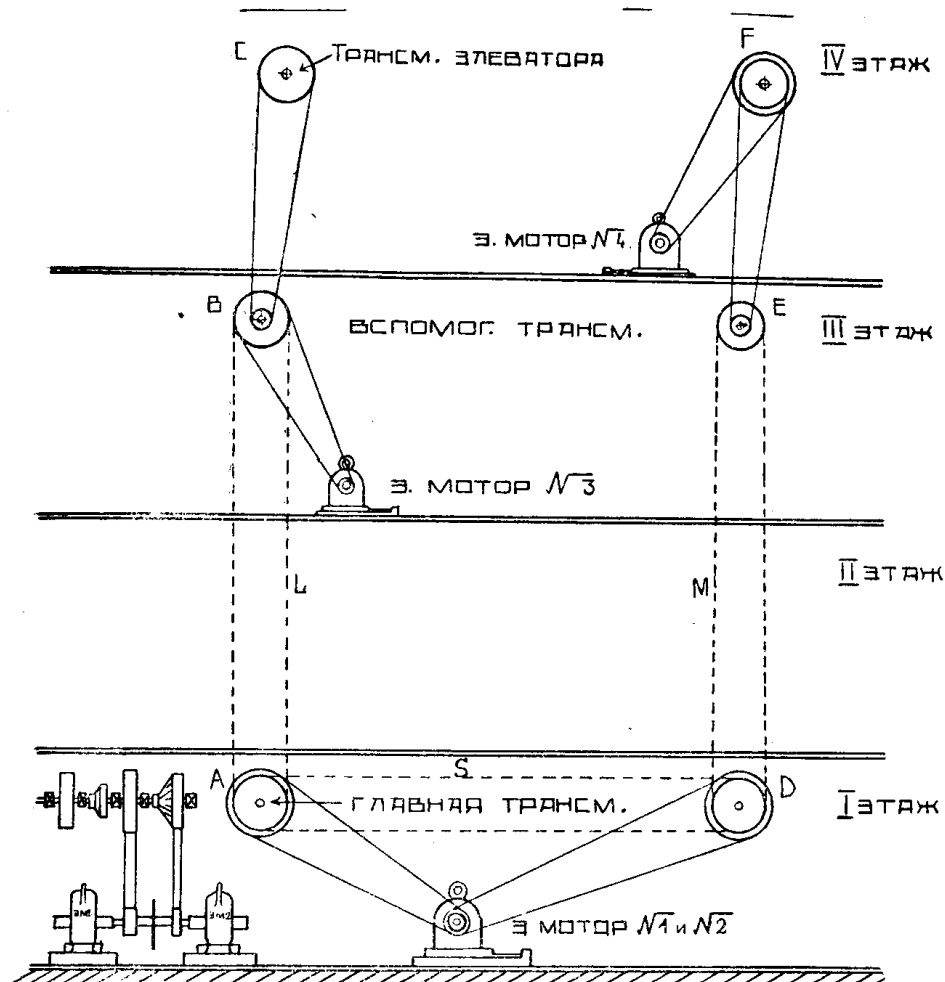


Рис. № 33. Схема установки электромоторов на мельнице.

Диаметры валов, число оборотов шкива и проч.

Диаметр валов трансмиссий мельницы можно определять пользуясь формулой:

$$d = 120 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}, \text{ где}$$

d — диаметр вала в миллиметрах,

N — передаваемая мощность в действит. лош. сил.,

n — число оборотов вала в 1 минуту.

Для облегчения расчетов в конце книги приведена таблица (см. общий отдел). Там же приведены таблицы нормальных размеров шкивов, нормального числа оборотов валов и проч.

Относительно размеров и соотношения диаметров шкивов и пр. здесь приложимы те же правила, что и вообще для ременной передачи.

При необходимости сделать передаточное число очень большим (до 1:20) при незначительном расстоянии между шкивами электромотора и передачи применяют натяжной ролик.

Соединительные муфты применяют неподвижные и подвижные.

Первые возможно применять в тех случаях, когда э. мотор стоит на общей плите с валом рабочей машины или трансмиссии, куда он передает движение.

Эластичные муфты применяются когда нет вполне устойчивой связи электромотора или когда имеются толчки.

Установка э. моторов.

Установка на плите и салазках (рис. 35) для возможного натягивания ремня.

Или при непосредственном соединении установка на чугунных стульях (рис. 36).

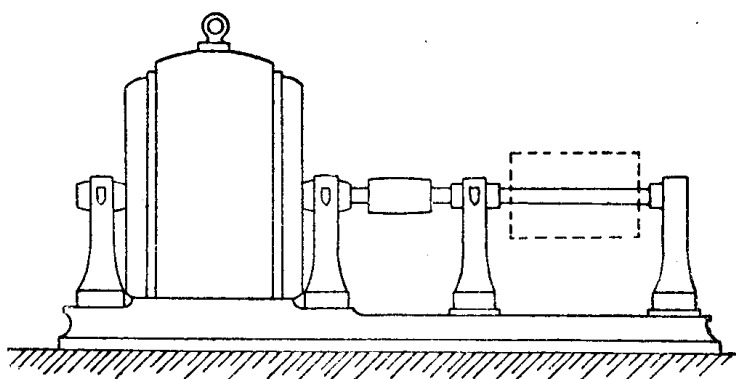


Рис. 34. Трехфазный двигатель с дополнительной боковой стойкой.

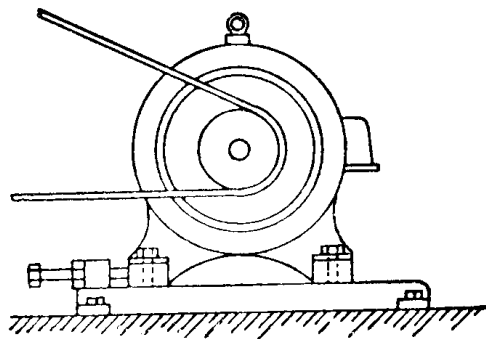


Рис. № 35. Электромотор на салазках.

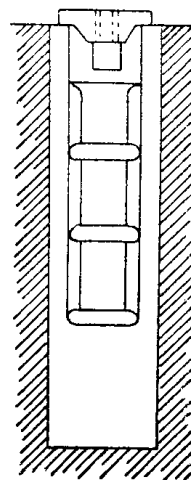


Рис. 36. Чугунный стул для установки электромотора.

Общие основания устройства передачи от э. моторов в мельницах.

Принимая во внимание вышесказанное и пользуясь опытом Америки, где уже более половины всех мельниц электрифицированы, можно принимать следующие общие основания при устройстве передачи от электромоторов в мельницах:

1. Электрическая энергия по проводам высокого напряжения поступает первоначально, обычно, на подстанцию, где установлен глав-

ный понижающий трансформатор и главный распределительный щит, от которых э. энергия распределяется с рабочим напряжением (6000—220 вольт) к отдельным главнейшим моторам и отделениям (группам моторов) предприятия.

Главный распределительный щит подстанции дает возможность контролировать работу всего предприятия и вести учет расходуемой энергии.

2. В пунктах главнейшего потребления энергии предприятия устанавливаются отдельные эл. моторы: для группового привода, напр., ставится отдельный эл. мотор в зерноочистительном отделении (14—19% всей мощн. мельниц), несколько отдельных э. моторов соединяемых непосредственно с валами трансмиссий в вальцев. Моторы эти располагаются обычно несколько в стороне рабочего помещения работают при рабочем напряжении в 2300—3000 вольт.

Просеивающие машины, вейки и элеваторы часто объединяются также в отдельную общую группу, имея один общий э. мотор. И, наконец, для приведения в движение отдельных сравнительно небольших мельничных машин (экстаустеры и т. п.) и вспомогательных устройств (конвейеры и т. п.) ставится также ряд отдельных э. моторов непосредственно у этих машин (рабочее напряжение 380—440 вольт).

Иногда группа этих моторов обслуживается дополнительным вспомогательным распределительным щитом, располагаемым в мельнице дающим возможность контролировать их работу. *)

3. Машины и вспомогательные устройства, имеющихся при мельнице элеваторов, зерносушилок и проч. приводятся по вышеизложенному принципу рядом отдельных более значительных или мелких э. моторов.

Таким образом, в общем получается стройная система ряда э. моторов, работу групп которых возможно регулировать и наблюдать на местных распределительных щитах и главнейших моторов с контролем на главном распределительном щите. **)

Постоянный контроль и учет энергии, расходуемой отдельными частями и машинами мельницы при электрификации ее дает здесь возможность во время легко следить за нормальной и непрерывной работой всех ее отдельных машин и механизмов, своевременно устраняя дефекты.

При одиночном приводе для главного электромотора, приводящего в движение всю мельницу инж. А. Hall рекомендует при мощности его не более 700 л. с. применять трехфазный асинхронный электромотор с фазовым якорем, имеющим контактные кольца с р-остатом, позволяющий изменять сопротивление при пуске (slip—ring induction motor).

Распределительное устройство должно заключать в себе масляные выключатели с автоматическими предохранителями электромоторов от перегрузки и случайного падения напряжения в главной линии.

Электромоторы меньшей мощности могут быть асинхронные закрытого типа.

*) См. главу V. Примеры электриф. мельниц, где приведен ряд э. моторов, соединенных с группами машин.

**) Разбивку на группы по мощности может много облегчить приведенная в главе II, составленная нами таблица № 22 распределения энергии.

ГЛАВА IV.

Электрическое освещение мельниц.

Освещению промышленных предприятий за последнее время придается все большее и большее значение. Немецкий ученый Эшлеман*) считает, что наивысшую продукцию лучшего качества предприятие может получить только тогда, когда оно будет иметь основные факторы:

- 1) хорошие машины,
- 2) хорошие рабочие и
- 3) хорошее освещение.

Если один из этих факторов будет отсутствовать, то два другие, как бы высоки они ни были, потеряют свое значение.

Является уже доказанным, что хорошее освещение в промышленных предприятиях влечет за собой:

- 1) уменьшение количества несчастных случаев,
- 2) облегчение последствий несчастных случаев,
- 3) сохранение здоровья рабочих,
- 4) увеличение производительности труда,
- 5) улучшение качества изделий,
- 6) уменьшение брака,
- 7) содействие чистоте и опрятности в помещении.

Мукомольное дело является широко механизированным, но тем не менее все сказанное выше относительно освещения приложимо в большей части и для этого рода производства.

И, действительно, практичные и расчетливые американцы обращают очень большое внимание на хорошее освещение мельниц, принимая по Американскому осветительному кодексу (Code of Lighting) для мельниц и круподерок освещенность от 22 до 54 люксов (значение единицы люкс см. ниже) и доходя до 100 люксов, при отделке стен белым мрамором или изразцем и потолка белой эмалью.

Английские и немецкие нормы освещенности мельничных помещений являются тоже высокими.

Мы, к сожалению, пока еще по освещенности мельничных предприятий отстали.

Так произведенное нижегородским профдиспансером обследование освещенности мельниц № 89 и № 92 в Нижнем Новгороде**) показало, что при дневном освещении во дворе в 280—2059 люксов средняя освещенность в мельничных помещениях определилась:

*) Е. Балакшина „Дневное освещение промышленных зданий“.

**) См. отчет этого обследования.

Таблица № 27.

**Средние данные освещенности в люксах мельниц № 89 и 92
в Нижнем Новгороде.**

По отчету Нижегородского профдиспансера.

Род помещения	Дневное	Электрическое
1) Элеватор	от 0,8 до 18,8	0,7 до 2,4
2) Зерноочистительное отделение	„ 1,2 „ 5,2	1,2 „ 3,4
3) Вальцевое отделение	„ 2,0 „ 2,6	— —
4) Моловой корпус	„ 1,2 „ 5,7	1,0 „ 4,2

Из этой таблицы № 27 видно насколько еще недостаточно в настоящее время освещение наших мельниц не только по сравнению с американскими, но даже и принятыми в настоящее время у нас минимальными нормами от 8 до 35 люксов (см. ниже).

Нижегородский профдиспансер делает следующее заключение по обследованию освещенности мельниц в Нижнем Новгороде.

1) Освещение как дневное, так и электрическое недостаточно, нужно усилить до 20 лкс (принимая во внимание % поглощения света пылью).

2) Необходимо переоборудовать освещение по определенному техническому расчету, чтобы оно было равномерным.

3) Арматуру освещения переконструировать так, чтобы свет был рассеянным.

4) Необходимо выделить лицо, которое бы следило за чистотой окон и арматуры очищая те и другую через определенные промежутки времени.

„Мыло и вода дешевле электрической энергии“ как говорит Halberstein в его книге „Фабричное освещение“.

Из приведенного заключения видно, что кроме недостаточности освещенности нижегородских мельниц она является неравномерной и кроме того арматура (и окна) своевременно не очищаются, также как и стены, что поглощает много света, уменьшая этим освещенность при бесполезной трате энергии.

То, что приведено выше относительно освещенности нижегородских мельниц, к сожалению, может быть отнесено в настоящее время и к большинству наших мельниц.

Нельзя поэтому не приветствовать нормы освещенности мельничных предприятий, выработанные Комиссариатом Труда СССР от 17 сентября 1928 г., № 545, с дополнениями, изменениями и детализацией их Научно-Техническим советом по мукомольной промышленности при Наркомторге СССР, согласованными с Наркомторгом РСФСР, (см. ниже таблицу № 28, на стр. 73). Необходимо также приветствовать и стремление Акц. Об-ва „Союзхлеб“, которое имеет большинство государственных мельниц СССР, урегулировать вопрос освещенности не только на вновь проектируемых мельницах, но произвести переустройство освещения и на всех мельницах.

Вышесказанное достаточно оттеняет значение электрического освещения в деле электрификации мельниц, в виду чего ниже мы приводим главные основы осветительной техники и проектирования освещения мельниц.

Основные единицы света.

Единицей силы света, принятой Международным Конгрессом электриков 1888 г. является 1 свеча (св.) равная 1 : 20 Виоля, т.е. силы света, испускаемого 1 см.² расплавленной платиной по направлению, перпендикулярному к поверхности ее, при затвердении.

В Германии принимается за единицу силы света сила света особой лампы Гефнер Альтенека. Эта свеча, обозначаемая ИНК называется I Гефнером при чем:

$$\text{ИНК} = 0,9 \text{ св.}$$

Международный Конгресс по освещению в Париже в 1921 г. установил следующие фотометрические единицы:

Световой поток (F) есть сумма световой энергии, измеряемая по тому световому ощущению, которое оно производит.

Люмен (лм)—есть единица светового потока.

Люмен равен потоку света, испускаемого внутри телесного угла, равного единице, одинаково по всем направлениям светящимся источником света, силою в 1 международную свечу.

Примечание. Телесным углом, равным единице принимается угол внутри конической поверхности, образуемой очертанием радиуса шара $0a = 1$ мет., если конец его a описывает круг, отсекая от этой шаровой поверхности площадь в 1 кв. метр. Рис. 37.

Освещение (E) какой либо плоскости есть плотность светового потока в этой точке или частное от деления светового потока на площадь освещаемой поверхности, если она освещена равномерно.

Люкс есть единица освещенности, равная освещенности поверхности в 1 квадратный метр равномерно распределенным световым потоком в 1 люмен или люкс, соответствует освещенности поверхности шара, если в центре его находится равномерно излучающий источник света силою в 1 Международную свечу.

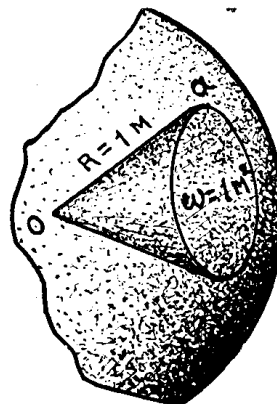


Рис. 37. Телесный угол равный единице внутри конической поверхности образуемой очертанием радиуса шара $0a = 1$ мет., который концом описывает круг, отсекая от шаровой поверхности площадь в 1 кв. метр.

Таким образом
$$E = \frac{F}{S}$$

где:

E — освещенность в люксах,

F — световой поток в люменах,

S — площадь освещаемой поверхности.

Освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния r от источника света и кроме того зависит от косинуса угла α падения лучей, т.е.

$$E = \frac{F}{r^2} \cos \alpha$$

Яркостью, полностью рассеивающей поверхности излучающей или отражающей один люмен с 1 см^2 —называется л а м б е р т (Lambert), обозначаемая л м б. Иногда яркость определяют силой света, посылаемой 1 см^2 светящейся поверхности по направлению, перпендикулярному к этой поверхности (1 лм./см.^2).

Отражение и рассеяние светового потока *).

Свет, падающий на какую нибудь полированную, отражающую поверхность, частично отражается ею как, напр., отражают:

Посеребренное зеркало	80—88%
Амальгамированное	70%

Неполированные поверхности поглощают часть света, рассеивая остальную часть, т. напр.:

Чисто выбеленная стена рассеивает	75%
Коричневая покраска	40%
Черное сукно	1,2%

Проектирование электрического освещения мукомольных мельниц.

Выше уже было указано на большое значение освещения мельниц, в виду чего проектированию э. освещения новых мельниц и переустройству существующего э. освещения должно быть уделено соответствующее внимание.

Это освещение мельниц должно быть запроектировано или переустроено таким образом, чтобы во всех рабочих помещениях ее, в проходах, складах, на дворе, жилых помещениях и проч. были:

- 1) Достаточная освещенность и равномерность ее при рациональном использовании электрической энергии;
- 2) Электрич. освещение мельницы должно быть безопасным в пожарном отношении и удобным для обслуживания.

Согласно протокола заседания главной технической инспекции Н.К.Т.—СССР— от 8/VIII—1929 г. по заявлению „Союзхлеба“ об освещении мельниц постановлено:

- 1) Основанием для расчета электрического освещения в мельничных помещениях принимается минимальная освещенность по линии прохода 8 люксов на полу, (§ IX правил НКТ СССР, от 17/IX—1928 г.).
- 2) Коэффициент запаса должен быть принят не менее 1,5.
- 3) Арматура должна применяться герметическая или для наружного освещения без отверстия в колпаке.
- 4) В остальном должны быть соблюдаемы требования вышеупомянутых правил от 17/IX—1928 г.

Независимо от этого проектным Бюро „Союзхлеба“ при монтаже электрического освещения мельниц рекомендуется:

Арматуру выбирать герметическую (наиболее подходящая „Универсаль“ или № 1231 по каталогу „ГЭТ‘а“).

Внутреннюю проводку прокладывать оцинкованным кабелем марки СРГН. Групповые щитки брать герметические, закрывать их железными ящиками. Лучше всего брать стандартные распределительные ящики ГЭТ‘а типа VL.

*) См. проф. Корольков П. А.—Курс электр. освещения, стр. 23.

Дежурное освещение безопасности (0,5 люкса в проходах, лампы зеленого цвета у выходов)—питать от отдельного стояка. Лампы брать по возможности не меньше 100 ватт для нормального освещения. В высоких помещениях 4,5—6 метров лучше брать лампы по 150—200 ватт.

Расчет освещения мельниц

Потребный световой поток в люменах определяется по формуле

$$F = \frac{K \times E \times S}{\eta} \quad \text{где}$$

K — коэффициент запаса на уменьшение светового потока от загрязнения ламп и изнашивания накаливаемых нитей.

Для мельничных предприятий брать $K = 1.5$

E — освещенность в люксах согласно принятым норм (см. табл. № 28.)

S — освещаемая площадь в квадратных метрах.

η — коэффициент использования светового потока ES падающего на освещаемую поверхность S ко всему потоку F , излучаемому всеми установленными голыми лапами, т. е.

$$\eta = \frac{E \times S}{F}$$

Коэффициент использования определяется по таблицам № 29—30, соответственно выбранным осветительным приборам, состоянию окраски стен и потолка и величинам так называемых индексов (показателей) помещений (см. таблицу № 31).

Индекс p помещения характеризует соотношение ширины помещения (квадратного) и высоты источника света над освещенной поверхностью. Индекс помещения определяется различно в зависимости, от того, применяется ли: 1) прямое освещение или 2) отраженное или полурассеянное.

Для прямого освещения квадратного помещения шириною b индекс есть

$$p_b = \frac{b}{2h} = \frac{\text{ширина помещения}}{\text{двойной высоте источника света над освещ. поверхн.}}$$

При полумонохромном и монохромном освещении индекс квадратного помещения шириной b равен отношению:

$$p_b = \frac{b}{\frac{4}{3}h} = \frac{\text{ширина помещения}}{\text{четыре трети высоты ист. света над освещ. поверхн.}}$$

Если величина индекса получается больше 5, за индекс принимают 5.

Эти индексы характеризуют квадратное помещение.

Если помещение прямоугольное шириной b м. и длиной l м., то сначала находят индекс p_b для квадратного помещения со стороны b и затем индекс p_l со стороны l и для каждого из этих индексов находят по таблицам соответственные величины коэффициентов η_b и η_l . Тогда коэффициент использования светового потока для этого прямоугольного помещения определяется из формулы:

$$\eta = \frac{2}{3} \eta_b + \frac{1}{3} \eta_l$$

где:

η_b — коэфф. использования для квадратн. помещения со сторонами b
 η_l — коэфф. использования для квадратн. помещения со сторонами l

Величины η_b и η_l определяются, как выше сказано, по таблицам, соответственно выбранным осветительным приборам, состоянию окраски стен и потолка и величинам вычисленных индексов.

Высота подвеса ламп и расстояние между ними.

Лампы прямого света необходимо вешать у самого потолка.

Условились высоту подвеса ламп H считать не от пола, а от рабочей поверхности (обыкновенно 1 метр от пола) до центра лампы (см. рис. 38).

Рассеивающие свет люминеры вешают обычно от потолка на расстоянии от $1/4$ до $1/3$ высоты H помещения до рабочей поверхности, чтобы они освещали весь потолок (рис. 39).

Расстояние между лампами обуславливается равномерностью освещения и берется примерно в 1,5 раза более высоты H подвеса ламп.

Расстояние ламп от стен делается равным $1/2$ расстояния между лампами (при наличии станков—на $1/3$).

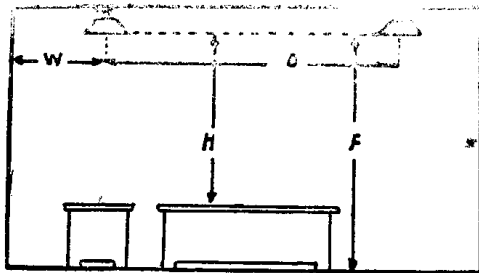


Рис. 38. Расположение ламп прямого света.

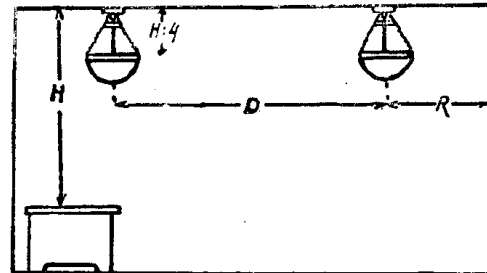


Рис. 39. Расположение ламп рассеивающего света.

Направление и рассеивание светового потока (рефлекторы, арматура).

Существующие источники света обычно не дают желательного для отдельных частных случаев распределения света, ввиду чего, приходится достигать желательного распределения его при помощи специальных рефлекторов и арматур.

Кроме обыкновенных абажуров, Государствен. электротехнический Трест (ГЭТ) выработал целый ряд специальных арматур для применения их при освещении различных фабрично-заводских помещений.

Здесь мы приводим описание наиболее употребительных из них.

Осветительный прибор „Универсаль“.

Прибор „Универсаль“ изображен на рис. 40, изготавливается или со стеклянным колпаком (затенителем) (фиг. а) или без затенителя (фиг. в).

Прибор „Универсаль“ со стеклянным колпаком особенно пригоден для освещения внутренних помещений таких производств как мукомольное, где выделяется пыль, которая при отсутствии колпака лег-

ко пригорает к поверхности голой лампы и может даже воспламениться. Колпак может быть из прозрачного или матового стекла.

Без стеклянного колпака „Универсаль“ применяется для освещения не пыльных рабочих помещений высотой до 5 метров.

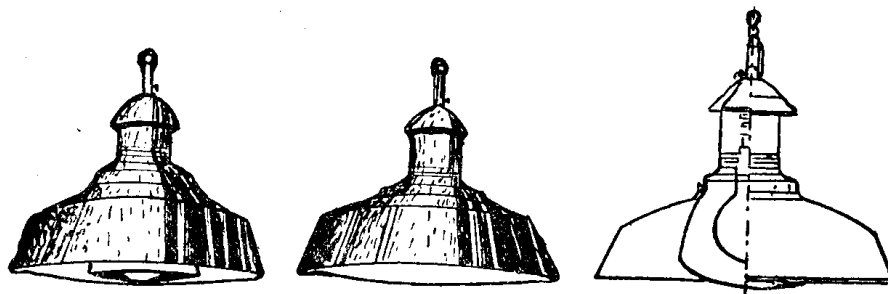


Рис. 40. Осветительный прибор „Универсаль“.

а—С затенителем
в— Без затенителя
с—Общая схема

Прибор „Универсаль“ изготавливается для ламп

до 100	ватт—360	мм. диаметром
до 200	„ —420	„ „
до 500	„ —475	„ „

Осветительный прибор „Люцетта“.

Осветительный прибор „Люцетта“ (рис. 41) состоит из двух стеклянных частей, скрепленных металлическим ободом.

„Люцетта“ дает хороший рассеянный свет, при котором в помещении исчезают тени и хорошо освещаются стены и потолок.

В зависимости от рода применяемых стекол возможно различным образом направить поток света. Если, напр., верхнее стекло взять матовым, нижнее молочным, то свет направится главным образом вверх на потолок. Если же верхнее молочным, а нижнее матовым, то свет направится вниз. Прибор „Люцетта“ выполняется для ламп до 100 ватт, имея 250 мм. диаметра и 350 мм. высоты и 200 ватт 315 мм. диаметром и 400 мм. высоты. Прибор „Люцетта“ вследствие того, что дает ровный рассеянный свет, очень удобен для освещения контор, жилых помещений и т. п.

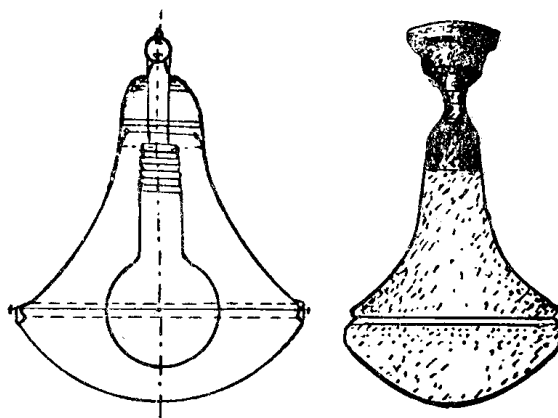


Рис. 41. Осветительный прибор „Люцетта“

а—схема,
в - наружный вид.

Осветительный прибор „Билюкс“.

Осветительный прибор „Билюкс“ состоит из двух рефлекторов, которые делаются или из эмалированного железа или нижний из стекла.

„Билюкс“ применяется в помещениях, высота которых ниже 5 м., в которых нет пыли и изготавливается для ламп до 300 ватт.

В таблице № 31 приведены коэффициенты использования для главных осветительных приборов ГЭТ'а.

Неравномерность освещенности *).

Освещение, чтобы не затруднять глаза и увеличивать отчетливость видения, должно быть равномерным.

За меру неравномерности освещенности принимают отношение наибольшей освещенности E максим. к наименьшей освещенности E миним.

Допускаемая неравномерность освещенности.

К а ч е с т в о о с в е щ е н и я	Уличного освеще- ния	Внутреннего освещения
Хорошее освещение	от 2 до 20	1,2 до 2
Среднее освещение	„ 20 „ 80	2 „ 4
Слабое освещение	„ 80 „ 250	4 „ 8

Как видно из таблицы, при хорошем освещении неравномерность должна быть внутри помещений не более 2 (в проходах и на лестницах допускается до 4-х).

При освещении рабочих поверхностей отдельными лампами (местные освещение) стены, потолки и пол будут освещены слабо и такое освещение обычно бывает неравномерным, ввиду чего в настоящее время по преимуществу пользуются общим освещением при помощи небольшого числа мощных ламп. Это тем более рационально, что мощные лампы требуют меньший расход энергии.

Так из таблицы № 30 видно, что при газополых лампах в 50 ватт световая отдача 9,66 люменов, при 200 ватт—14,78 и при 1000 ватт—19,5 люмена.

Применяют также смешанные—местное и общее освещение.

Пример:—Требуется осветить вальцевочное отделение мельницы имеющее $b=15$ м. ширины, $l=27$ м. длины и $H=4$ м. высоты.

Потребный световой поток $F = \frac{K \times E \times S}{\eta}$

K — коэффициент запаса принимаем $K=1,5$

F — освещенность согласно таблицы № 29 по норме для вальцевочного отделения 35 л. к. на высоте 1 м. от пола.

$S = 15 \times 27 = 405$ кв. метр.

Коэффициент использования определяем, выявляя вначале индексы помещения. Освещение выбираем прямое, поэтому

$$\rho_b = \frac{b}{2h} \text{ и } \rho_l = \frac{l}{2h},$$

*) См. Корольков стр. 146.

где h — высота источника света над полом при подвеске его на 0,3 м. от потолка при высоте помещения $H=4$ мет. и норме освещения на высоте 1 м. от пола будет

$$h = H - 0,3 - 1,0 = H - 1,3 = 4 - 1,3 = 2,7$$

$$\rho_b = \frac{b}{2h} = \frac{15}{2 \times 2,7} = 2,78 \quad \rho_l = \frac{l}{2h} = \frac{27}{2 \times 2,7} = 5,0$$

Принимаем характеристику потолка и стен среднюю и по таблице № 31 для соответственных индексов ρ_b и ρ_l и Универсальной арматуры (без стекл. затенителя) находим

$$\eta_b = 0,56 \quad \eta_l = 0,59$$

коэффициент использования

$$\eta = \frac{2}{3} \eta_b + \frac{1}{3} \eta_l = 0,57$$

Тогда

$$F = \frac{K \times E \times S}{\eta} = \frac{1,5 + 35 \times 405}{0,57} = 37250 \text{ лм.}$$

Принимаем лампы по 150 ватт, что по таблице № 30 соответствует 2100 люменов на лампу, находим $\frac{37250}{2100} = 17,7$ или 18 ламп

Распределяем их так, что по 8 ламп весим над вальцевками в проходе вместо 2-х ламп по 150 ватт берем 4 лампы по 100 ватт (по 1256 люмен).

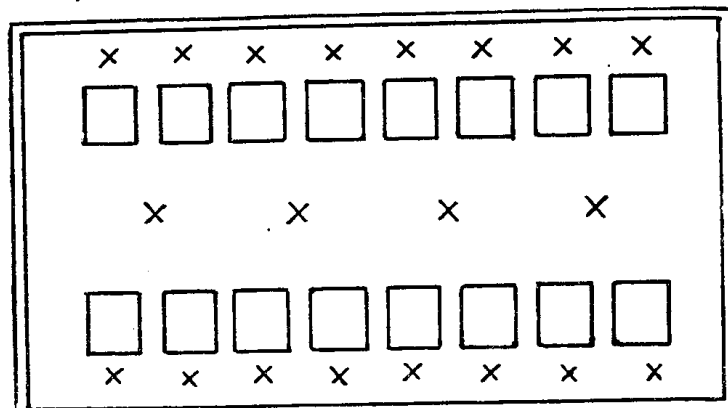


Рис. 42. Расположение ламп в вальцевом помещении мельниц.

Всего получаем расход энергии:

$$\begin{array}{rcl} 10 \text{ ламп} \times 150 \text{ ватт} & & 1500 \\ 4 \text{ лампы} \times 150 \text{ ватт} & & 400 \\ \hline & & 1900 \text{ ватт,} \end{array}$$

или на 1 м² площади пола

$$\frac{1900}{27 \times 15} = \frac{1900}{405} = 4,7 \text{ ватт,}$$

или в два с лишним раза меньше, чем по американским нормам (10,76 ватт на 1 м² площ. пола см. ниже).

Приблизительный подсчет потребления энергии для освещения мельниц.

Кроме определения потребления энергии для освещения мельницы с составлением, как выше указано, проекта освещения мельницы, можно пользоваться для этого приближенным методом, определяя необходимый расход энергии, по площади отдельных помещений и расход на них энергии в ваттах.

Таким образом мощность W в ваттах лотребная для освещения 1 квад. метра поверхности пола помещения будет:

$$W \text{ ватт} = \frac{K \times E}{\eta \times v}, \text{ где}$$

$K = 1.5$ — коэффициент запаса,

E — освещ. в люксах по табл. № 28.

η — коэффициент использования светового потока, выбирая по табл. № 31.

v — световая отдача выбранного источника освещения, см. табл. № 31.

Так, например, для вальцевого помещения, принимая

$K = 1,5,$

$E = 35,$

$\eta = 0,4$

$v = 15,0.$

— Найдем

$$W = \frac{K \times E}{\eta \times v} = \frac{1,5 \times 35}{0,4 \times 15} = 8,78 \text{ ватт на } 1 \text{ м}^2.$$

По американским данным для освещения рабочих отделений мельницы требуется 1 ватт на каждый кв. фут полов мельницы, или 10,76 ватт на квадр. метр. Для второстепенных помещений к. напр., складов зерна, муки и пр. можно принимать половину этого.

Принимая расход энергии для освещения в 7,5 ватт на 1 м², а площадь всех полов мельницы по Kettenbach, (стр. 16), получаем следующую составленную нами таблицу.

Таблица № 32.

Примерный общий расход электрической энергии для освещения мельниц.

№№	Суточная производ. мельн. тн зерна	Общая площадь всех полов мельницы в кв. метр.	Потребная энергия	
			Квт.	Л. с.
	20	700	5,2	7,0
	30	900	6,7	9,0
	50	1500	11,3	14,0
	100	2500	18,8	25,5
	120	3000	22,5	30,0
	150	3500	26,3	36,0
	200	4000	30,0	40,0

Расход энергии на освещение в наших мельницах значительно отстает пока от этих американских норм. Так напр. мельница № 209 в гор. Томске при суточной производительности около 100 тн. имеет площадь полов около 3300 кв. метров и потребляет на освещение только 3,85 квт. вместо 18,8 — 22,5 квт. по вышеприведенным американским нормам, т.-е. в 5—5,5 раза меньше.

Другие мельницы дают подобные же результаты. И несомненно нам необходимо принять все меры к скорейшему проведению вышеприведенного постановления Наркомтруда по улучшению освещения наших мельниц.

Т а б л и ц а № 28.

Нормы освещенности мельничных предприятий согласно обязательного постановления Народного Комиссариата Труда СССР от 17 ноября 1928 г. № 545 с дополнениями, изменениями и раздетализацией их Научно-техническим Советом по мукомольной промышленности при Наркомторге СССР, согласованными с Наркомторгом СССР.

ПОМЕЩЕНИЯ:

- | | |
|--|--|
| 1) Трансмиссионное | 25 л. к. на высоте уровня трансмиссии. |
| 2) Вальцовочное | 35 л. к. на высоте 1 мтр. от пола. |
| 3) Распределительное | 25 " " " " " " " |
| 4) Веечное | 30 " " " " " " " |
| 5) Рассевное | 30 " " " " " " " |
| 6) Чердачное | 20 " " " " " " " |
| 7) Для черной шеретов | 25 " " " " " " " |
| 8) Для белой шеретов | 30 " " " " " " " |
| 9) Для выбойного отд. | 35 " " " " " " " |
| 10) Для электроцеха | 60 " " " " " " " |
| 11) В уборных, умываль-
ных и ваннах | 50 л. к. на полу (в горизонт. плоск.) |
| 12) В раздевальных | 25 " " " " " " " |
| 13) В курительных | 20 " " " " " " " |
| 14) Для обогрева рабоч. | 20 " " " " " " " |
| 15) Проходы в помеще-
ния для работ | 10 " " " " " " " |
| 16) Проходные помеще-
ния входы и выходы
лестницы, лестничные
площадки и иные по-
мещения внутри строе-
ний для временного
пребывания или про-
хода людей | 8 люкс. на уровне пола. |
| 17) Дворы, проезды, про-
ходы и дороги снару-
жи здания в местах,
где не исключена воз-
можность пребывания
или передвиж. людей | 2 люкс. на уровне пола. |

Таблица № 29.

I. Световые и электрические данные ламп.

§ 2. Таблица световых и электрических данных пустотных ламп.

Номинальное напряжение	Мощность			Сила света			Световой поток			Удельное потребление мощности			Световая отдача			Срок службы		Сила света в конце срока службы		Люмены	
	Ватты			Свечи			Люмены			Ватт/свеча			Люмен/ватт			Часы		Свечи		Люмены	
	Номинальная	Наименьш.	Наибольш.	Номинальная	Наименьш.	Наибольш.	Номинальная	Наименьш.	Наибольш.	Номинальная	Наименьш.	Наибольш.	Номинальная	Наименьш.	Наибольш.	Срок службы		Сила света в конце срока службы		Люмены	
110 и 120	15	12,75	17,25	8,60	7,75	9,45	108	97	119	1,75	1,66	1,84	7,18	6,82	7,54	850		6,9		86,4	
	25	21,20	28,80	17,30	15,60	19,00	217	196	238	1,45	1,38	1,52	8,65	8,20	9,10	"		13,8		174	
	50	42,50	57,50	35,70	32,10	39,20	447	103	492	1,40	1,33	1,47	8,97	8,52	9,42	"		28,5		358	
200	20	17,0	23,0	11,10	10,00	12,20	139	125	153	1,80	1,71	1,89	6,97	6,62	7,32	850		8,9		111	
	30	25,5	34,5	18,80	16,90	20,70	236	212	260	1,60	1,52	1,60	7,85	7,45	8,25	"		15,0		189	
	50	42,5	57,5	34,50	31,00	38,00	433	390	475	1,45	1,38	1,52	8,65	8,20	9,10	"		27,6		346	

Таблица № 30. § 3. Таблица световых и электрических данных газополных ламп.

Номинальное напряжение	Мощность		Сила света		Световой поток		Удельное потребление мощности		Световая отдача		Срок службы	Сила света в конце срока службы	Световой поток в конце срока службы					
	Номинальная	Допускаемые пределы мощности	Номинальная	Допускаемые пределы силы света	Номинальная	Допускаемые пределы светового потока	Номинальная	Допускаемые пределы удельной потребности мощности	Допускаемые пределы световой отдачи									
									Наименьш.	Наибольш.								
														Наименьш.	Наибольш.			
Вольты	Ватты		Свечи		Люмены		Ватт/свеча		Люмен/ватт		Часы	Свечи	Люмены					
100	50*)	43	57	38,5	34	43	484	425	542	1,30	1,14	1,46	9,66	8,50	10,82	800	28,8	363
	75	54	85	68	60	76	855	752	958	1,10	1,97	1,23	11,41	10,04	12,78	"	51	641
	100	86	114	100	88	112	1256	1105	1410	1,00	0,88	1,12	12,56	12,05	14,07	"	75	942
	150	129	171	167	187	187	2100	1850	2350	0,90	0,79	1,01	13,96	12,28	15,64	"	125	1575
	200	172	228	235	207	263	2950	2600	3300	0,85	0,75	0,95	14,78	13,01	16,55	"	176	2213
	300	264	336	375	338	413	5710	4250	5200	0,80	0,70	0,90	15,70	13,82	17,58	"	281	3533
	500	440	560	685	615	750	8600	7740	9450	0,73	0,64	0,82	17,20	15,20	19,30	"	515	6450
	750	660	840	1070	963	11801	3450	12100	14800	0,70	0,62	0,78	17,94	15,79	20,09	"	800	10088
	1000	880	1120	1470	1320	16201	8500	16580	20340	0,68	0,60	0,76	18,50	16,30	20,72	"	1100	13850
	220	60*)	51	69	37,5	33	42	472	415	529	1,60	1,41	1,79	7,85	6,91	8,79	800	828
75		64	85	53,5	47	60	670	590	750	1,40	1,23	1,57	8,95	7,87	10,00	"	40	503
100		86	114	80	70	80	1005	884	1130	1,25	1,10	1,40	10,05	8,84	11,26	"	60	754
150		129	171	136	120	132	1710	1505	1915	1,10	0,97	1,23	11,41	10,04	12,78	"	102	1283
200		172	228	200	176	224	2510	2210	2810	1,00	0,88	1,12	12,56	11,05	14,07	"	150	1883
300		264	336	326	294	359	4100	3690	4510	0,92	0,81	1,03	13,65	12,01	15,29	"	245	3075
500		440	560	602	542	662	7560	6804	8320	0,83	0,73	0,93	15,13	13,31	16,95	"	452	5670
750		660	840	975	878	1072	12250	11000	13500	0,77	0,68	0,86	16,31	14,35	18,27	"	730	9188
1000		880	1120	1370	1230	1510	17200	15500	18920	0,73	0,64	0,82	17,20	15,20	19,30	"	1030	12900

1) Лампы этой мощности введены в стандарт, впрямь до выпуска близких по мощности пустотных ламп со спиральной нитью.

*) Лампы этой мощности введены в стандарт, впрямь до выпуска близких по мощности пустотных ламп со спиральной нитью.

Таблица № 31.

Коэффициентов использования для осветительных приборов ГЭТа.

Характеристика потолка и стен	Пото- лок	Светлый			Средний			Темный	
	Стены	Ср.	Темн.	Очень темн.	Ср.	Темн.	Очень темн.	Темн.	Очень темн.
Тип осветительного прибора	Показатели (индексы) помещен.	Коэффициент использования в %							
1) „Универсаль“ из эма- лиров. железа; без стеклянного затени- теля.	0,6	30	26	26	30	26	21	25	21
	0,8	37	34	30	37	33	29	33	29
	1,0	41	38	34	40	37	34	37	34
	1,25	46	42	38	43	41	38	40	37
	1,5	48	44	41	46	43	41	42	40
	2,0	51	49	45	50	48	45	47	45
	2,5	55	52	49	54	51	49	51	49
	3,0	57	54	51	56	53	51	53	51
	4,0	59	57	55	58	57	55	56	54
	5,0	61	59	57	59	58	57	57	56
2) „Универсаль“ из эма- лированного железа с за- темнителем из матового стекла.	0,6	25	22	18	25	22	18	22	18
	0,8	32	29	26	32	28	26	28	26
	1,0	35	32	29	35	31	29	31	29
	1,25	39	36	32	38	35	32	34	31
	1,5	41	38	36	40	38	36	37	35
	2,0	44	42	39	41	42	39	41	39
	2,5	47	44	42	46	44	42	44	42
	3,0	49	46	45	47	46	45	46	45
	4,0	50	48	46	49	48	46	47	46
	5,0	51	50	48	50	50	48	49	48
3) „Люцетта“ для преиму- щественно отраженного света. Верхнее стекло ма- товое, нижнее молочное.	0,6	17	13	10	14	11	8	8	7
	0,8	20	17	14	18	14	11	11	9
	1,0	24	20	17	20	17	14	13	11
	1,25	28	23	20	23	19	17	15	13
	1,5	30	26	23	25	20	19	17	15

Характеристика потолка и стен	Потолок	Светлый			Средний			Темный	
	Стены	Сред.	Тем.	Очень темн.	Сред.	Тем.	Очень темн.	Тем.	Очень темн.
Тип осветительного прибора	Показатели (индексы) помещен.	Коэффициент использования. В %							
	2,0	35	30	27	28	25	22	19	18
	2,5	38	33	29	31	28	24	22	20
	3,0	40	35	33	32	30	26	23	21
	4,0	45	40	37	37	33	31	26	24
	5,0	48	42	39	39	35	33	27	26
4) „Люцетта для преимущественно направленного света. Верхнее стекло молочное, нижнее матовое.	0,6	21	16	13	19	16	15	13	13
	0,8	25	21	18	23	22	20	18	16
	1,0	29	24	22	26	24	22	21	18
	1,25	33	28	24	29	27	25	23	21
	1,5	36	31	27	32	29	28	25	23
	2,0	39	36	31	36	33	32	29	26
	2,5	43	38	35	38	37	35	32	29
	3,0	46	42	37	40	38	37	34	31
	4,0	50	45	41	44	41	40	36	34
	5,0	52	48	44	46	43	42	38	36
5) „Билюкс“ сдвоенный колпак Эмалиров. железо.	0,6	27	23	21	26	23	21	23	21
	0,8	32	30	28	29	29	27	29	27
	1,0	35	33	31	33	33	31	33	31
	1,25	38	36	34	36	36	34	35	34
	1,5	40	38	36	37	37	36	37	36
	2,0	43	41	39	41	41	39	40	39
	2,5	46	44	42	43	43	42	43	42
	3,0	47	45	43	44	44	43	44	43
	4,0	49	47	46	46	46	45	46	45
	5,0	50	48	47	47	47	46	47	46

Характеристика потолка и стен	Потолок	Светлый			Средний			Темный	
	Стены	Сред.	Тем.	Очень темн.	Сред.	Тем.	Очень темн.	Тем.	Очень темн.
Тип осветительного прибора	Показатели (индексы) помещен.	Коэффициент использования. В %							
6) Железн. эмалир. прибор направлен. света для сырых мест со свето-рассеивающим стеклом (По типу № 1229а) (Пр. Кур. ИЭТ № 11 1925 г)	0,6	22	17	14	22	17	14	17	14
	0,8	28	23	20	27	23	19	23	19
	1,0	31	26	23	31	26	23	26	23
	1,25	34	30	26	33	29	26	29	26
	1,5	36	32	29	36	32	28	31	28
	2,0	41	37	33	40	36	33	35	32
	2,5	44	41	37	43	40	37	39	36
	3,0	47	43	39	45	42	39	41	39
	4,0	50	47	43	48	45	43	44	42
	5,0	52	49	45	50	47	44	46	44
7) Прибор для полуотраженного света по типу № 1229, но без рефлектора. (Тот же прейскурант).	0,6	15	13	10	11	10	9	8	7
	0,8	18	15	14	15	13	11	10	9
	1,0	20	18	16	16	15	13	11	10
	1,25	23	20	18	18	17	15	12	12
	1,5	25	23	20	20	18	16	14	14
	2,0	27	25	24	23	20	18	15	14
	2,5	30	27	26	24	23	21	16	15
	3,0	32	29	28	25	24	22	17	15
	4,0	35	32	31	28	25	24	18	17
	5,0	37	34	32	29	28	25	20	19
8) Прибор глубокого излучения для высоких помещений.	Для обычных средних условий 35 — 45								

ПРИМЕЧАНИЕ. К светлым стенам и потолкам отнесены такие, у которых коэффициент отражения более 50%, к средним от 30 до 50%, к темным от 10 до 30% и очень темным ниже 10%.

ГЛАВА V.

Экономические основы электрификации мельниц.

Значение экономического фактора. Род двигателей применяемых в данное время в мукомольной промышленности. Себестоимость энергии на мельницах. Примеры и данные о стоимости энергии. Определение себестоимости энергии на 1 тн. производительности. Стоимость электромоторов и оборудования.

„Снижение себестоимости есть основная задача экономической политики“.

Значение экономического фактора.

Экономический фактор, как известно, имеет обычно доминирующее значение и понятно, что электрификация мельниц может широко развиваться только при условии ее экономической выгоды.

Широкое распространение электрификаций мельниц в Америке (в САСШ электрифицирована уже половина всех мельниц), где все, прежде всего, оценивается с экономической точки зрения, и приводимые нами ниже подсчеты выгоды применения электрич. энергии на мельницах дают уверенность в том, что будучи экономически выгодной, электрификация мельниц и у нас в СССР в связи с электрификац. всей страны в ближайшее время примет самые широкие размеры. Так как расход на приведение мельницы в движение составляет одну из главных частей себестоимости помола и расход этот зависит от рода применяемых двигателей, то является небезинтересным привести здесь данные о роде двигателей применяемых в данное время в мукомольной промышленности СССР.

Род двигателей применяемых в данное время в мукомольной промышленности.

В то время, как в САСШ, как уже неоднократно отмечалось, более половины всех мельниц проводятся в движение электричеством, у нас в Союзе, как это видно из таблицы № 33 преобладающими двигателями в мукомольной промышленности, (товарные мукомольные мельницы) являются (47%) паровые двигатели и из них наиболее не совершенные в данное время паровые машины (39,1%). За ними следуют двигатели внутреннего сгорания (37,2%) и затем водянные (15,8%).

Таблица № 33.

Состав первичных двигателей *) мукомольной и всей фаб.-зав. промышленности СССР.

Род двигателей	Мукомольн. пром. СССР						мел. в об- двиг. промышл.	Вся промышленность			
	Число дви- гателей	Мощность в э. л. с.				Число дви- гателей		Мощность в э. л. с.			
		Всех двиг.	По- тенц.	Средн. фаз.	В % к итогу пром.			Всех двиг.	По- тенц.	Средн. фаз.	
1. Паровые двигатели .	583	83918	67473	58023	7,3	39,1	11072	116931	8920311	716005	
2. Паровые турбины .	9	648	628	558	0,1	0,4	520	596656	490945	301205	
3. Локомотивы	246	15529	12884	11092	13,4	7,5	3085	119165	96022	80695	
	838	100095			20,8	47,0	14677	1885139			
4. Дизели .	274	33359	29936	26338	17,1	17,3	1340	199563	174588	133597	
5. Проч. двиг. внут. сгор.	686	38993	34381	30672	14,5	19,9	4414	301455	237538	196603	
	960	72352			32,06	37,2	5754	501018			
6. Вод. труб.	500	26678	22772	19780	39,6	13,2	1062	78768	65839	51103	
7. Вод. колеса	487	5164	4645	3986	71,0	2,0	590	7477	6539	5401	
	987	31841				15,8	1652	86245			
Всего первич. двигателей:											
а) число . . .	2785	—	—	—	—	—	22083	2472402	—	—	
б) мощность э. л. с. . .	—	204288	—	—	—	—	—	2471402	—	—	
В действ. зав.											
А) Всех двиг.											
а) Число . . .	2634	—	—	—	—	—	21001	—	—	—	
б) Мощн. в л.с.	188320	—	—	—	—	—	2375512	—	—	—	
В) Действ. двиг.											
а) мощ. потенц.	172548	—	—	—	—	—	1990645	—	—	—	
б) средн. факт.	151405	—	—	—	—	—	1483942	—	—	—	

Себестоимость энергии на мельницах.

Стоимость энергии, как отмечалось уже нами, составляет значительную часть стоимости помола, поэтому понижение стоимости энергии является одной из основ понижения стоимости помола.

Необходимо отметить, что как было установлено на конференции, происходившей в Америке, в январе 1926 г. (Доклад Harza) стоимость энергии обычно складывается:

- а) при паровых установках на 55—64% из стоимости топлива и
- в) при гидросиловых на 75—97% из процентов на капитал.

*) Из таблицы 3А и таблицы 5А.

Поэтому понятно, какую роль в стоимости энергии играет стоимость и расход топлива при паровых установках и затраты капитала на устройство при гидросиловых установках.

Расход топлива, зависящий, от стоимости и типов применяемых двигателей, предопределяет таким образом себестоимость энергии, а стало быть и себестоимость помола. Принимая это во внимание, мы приводим ряд данных о расходе топлива, взятых нами из опыта работы мельниц в СССР.

Расход топлива на раструсных мельницах *).

В то время, как при употреблении обычных паровых машин двойного расширения с конденсацией и паровых котлов, без подогревателей расход 12 верш. березовых дров на раструсных мельницах до $4\frac{1}{2}$ —5 саж. на 1000 пуд. размола **) или 0,693—0,771 куб. метр. на 1 тн., с применением за последнее время локомотивов с более высоким давлением пара и перегревом его расход топлива сократился только до $1\frac{1}{2}$ саж. на 1000 пуд. размола или 0,288 куб. метра на 1 тн.

При нефтяных двигателях средний расход 1 ф. (0,410 кг.) на силу в час или 16,7 кг. на 1 тн. размола.

Расход топлива на мельницах высокого помола.

Расход топлива на мельницах высокого помола при паровых машинах двойного расширения без перегрева пара 1,3—1,6 куб. саж. березовых дров на перевал (1200 пуд.) или от 0,645 до 0,792 куб. метра на 1 тн. перемалываемого зерна. При современных паровых машинах (или локомотивах) высокого давления с перегревом пара и конденсацией 0,58 куб. саж. на 1000 пуд. или 0,287 куб. метра на 1 тн., или 0,6 кг. угля (7500 калорий) на 1 эфф. силу в 1 час (46,2 кг. на 1 тн. размалываемого зерна).

Общее потребление топлива всей мукомольной промышленности СССР (товарные мельницы) в тоннах (7000 калор.) в 1926 году выражалось: ***).

В силовых установках

192457,3 тонны на
10,082,0 тыс. руб.

На технические и хозяйственные нужды

45479,4 тонн
900,9 тыс. руб.

Всего . 537936,7 тонн
10982,9 тыс. руб.

Средняя мощность первичных двигателей—110 л. с. на 1 пром. завед. для мельниц и 233 для всей промышленности СССР.

* По данным автора.

**) Например, мельница в 4 постава $7\frac{1}{4}$ арш. смалывающ. 1000—1500 пуд. сжигает 6—7 саж. берез. 12 верш. дров.

*** По данным сборника.

Стоимость энергии.

В свое время руководимое автором Управление по исследованию и использованию водных сил Сибири (Сибисполвод)*) занималось выявлением стоимости различных видов энергии для Сибири.

При этом выяснилось, что при сравнении установки в 4000 лощ. сил, стоимость 1 д. лощ. силы в год для средних Сибирских условий будет:

- При 1) паровой установке . . 127 руб.
- 2) газогенераторной . . . 137 руб.
- 3) гидросиловой 49 руб.

Принимая годовой коэффициент использования для мельницы в 80%, стоимость 1 кв. часа определится:

$$\text{Паровой} \frac{12700 \cdot 1,36}{365 \cdot 0,8 \cdot 24} = \text{коп.} — 2,46 \text{ к.}$$

$$\text{Газогенераторной} . = \text{коп.} — 2,65 \text{ к.}$$

$$\text{Гидросиловой} . . . = \text{коп.} — 0,91 \text{ к.}$$

Отсюда видно, что гидроэлектрическая энергия обходится при настоящих условиях значительно дешевле.

Как показывают подсчеты себестоимость энергии для товарных мельниц, в настоящее время составляет для СССР от 2,25 до 3,5 коп. за квт. час.

В таблице № 26 приведен сделанный нами подсчет себестоимости энергии для Томских Госмельниц № 208 и № 209. Из подсчета видно, что энергия обходится здесь при паровых двигателях**) 3,17 к. до 3,69 к., в среднем 3,43 коп. На товарной мельнице во Владивостоке с гориз. паров. машиной в 427 л. с. и вертикальной в 60 лс работающей на буром угле энергия обходится в 2,75 коп.

На мельнице в одном из городов Западной Сибири с суточной производительностью 71 тн. при локомотиве Вольф 236 л. с. (расход каменного угля 0,65 кг. на 1 д. л. с. в 1 час) стоимость энергии 2,72 коп. на квт.

Отсюда видно, что электрификация мельниц в СССР в настоящее время может быть выгодна только при условии отпуска им энергии не выше 2,5—3,0 коп. за 1 квт. час, что и отмечено в резолюции Пленума Научно-Технич. Совета по муком. делу при Наркомвнуторге (собирався в Москве с 6 по 13/VI 1929 г.) по докладу автора „Электрификация мельниц“, в пункте 4 которой сказано:

*) См. бюллетени Сибисполвода.

**) На мельнице № 208 паровая машина зав. Бромлей, на мельнице № 209 бельгийского завода.

Таблица № 34.

**Стоимость энергии на Томских Госмельницах № 208 и 209 за
1927-28 операционный год.**

№	Статья расхода	Мельница № 208			Мельница № 209		
		Колич.	Стоим. Руб.	%	Колич.	Стоим. Руб.	%
1	ТОПЛИВО.						
	Расход топлива (каменный уголь)	1745 тн.			2530 тн.		
	Стоимость топлива по 97,5 коп. на тонну зерна . . .		20700	50,0		30000	61 0
2	СМАЗКА по 9,88 коп. на 1 тон. перем.		2555			2555	
3	РАБСИЛА.						
	Машинист	1×135×12	1620		1×135×12	1620	
	Помощников	3× 68×12	2448		3× 62×12	1884	
	Масленщиков	3× 38×12	1368		3× 45×12	2160	
	Кочегаров	4× 35×12	1680		4× 50×12	2400	
	Подкатчики угля	8× 35×12	840		1× 40×12	480	
			7956			8544	
	За 1 месяц отпускных 1:13		612			657	
4	Страхование, прозодежда и проч. 15%		1178			1281	
5	Премия за экономию угля		1468			1567	
6	Администрация—5%		383			427	
7	Ремонт 3% от стоимости .	6000	1800		70000	2100	
8	Амортизация, считая 20 лет —5%		3000			3500	
9	% на капитал. сооруж. 6%		3600			4200	
10	% на капиталн. затраты в топливо (1 тн. 11,82 = 19,4 к. пуд) 6%	685 тн.	8250	495	685 тн.	8250	495
11	Страховка сооружений от огня 1% от	60000	600		70000	700	

	Статья расхода	Мельница № 208			Мельница № 209		
		Колич.	Стоим. Руб.	%	Колич.	Стоим. Руб.	%
12	Число рабочих дней	236	64,65 %		260	71,53 %	
13	Переработано зерна тн. . .	21176,6			30619,0		
14	Пересушено зерна тн. . . .	—			66631,13		
15	Производительность в сут- ки тн.	89,5			118,0		
16	Необходимая мощность пар. машин, считая по 320 д. лс на 100 тн. размола зерна в сутки	287			377		
	Добавка на сушилку . . .				24 лс:3=8		
	Считая работу 1:3 года . .	287			385 лс.		
	Мощность в квт.	212			283		
	Выработано в год квт. час .	236.212.24	1200768		260283324	1765.920	
	Стоимость квт. часа	44347 1200768	3,69 коп.		56026 1765920	3,17 коп.	
	Расход каменного угля на 1 квт. час	1745000 1200768	1,45 кл.		2530000 1765920	1,43 кл.	
	На 1 д. л. силу ч.		1,07 кл.			1,05 кл.	
	Стоимость энергии на 1 тн. разм. зерна	44347 21176,6	2 р. 09 к.		56026 31260	1 р. 79 к.	
	(Для мельн. № 209 увелич. производ. на сумму высу- шенного зерна 30619,0	385 377					

„Отмечая, что проведение электрификации мельниц является рентабельным только при условии если электрификация будет обходиться не дороже другой двигательной силы и отпуске им электроэнергии не выше себестоимости ее мельницам в настоящее время 2,5—3,0 к. за квт-час, настаивать об установлении соответственных тарифов центральными электрическими станциями“.

Между тем наши Центр. Электрич. станции и до настоящего времени держат слишком высокие тарифы на электроэнергию, делая, к сожалению, эти предприятия часто источниками коммунальных и др. доходов в ущерб развитию электрификации.

Так, например, насколько нам известно Ц. Э. С. для г. Томска наметила по Генплану следующие цены на ближайшие пятилетия.

Цена эл. энергии за 1 квт.	1-я пятил.	2-я пятил.	3-я пятил.
Для промышленности	10	6	3
„ освещения	35	14,7	9,5—6

Очевидно, что для возможности применения эл. энергии для мельниц, намеченные цены необходимо сдвинуть и принять уже для ближайшей пятилетки тариф не выше 3,0 коп. за квт. час.

Очевидно является также вполне рациональным введение на электроэнергию отпускающим эл. станциям для мельниц дифференциальных тарифов понижающихся с увеличением потребности энергии.

По данным М. Bell*) при расходе энергии для перемола 1 барреля зерна на товарных мельницах Миннеаполиса в США расходуется от 6 до 7,5 квт. час или 52—65 квт. час. на 1 тн. зерна. При стоимости там энергии в $\frac{1}{2}$ цента=1 коп. за квт. час получаем плату за энергию на мельницах Миннеаполиса на 1 тн. от 52—65 к. Для большинства других городов (напр. Канзас) стоимость энергии около 1—1,1 цента (2—2,9 к.) за 1 квт. час., что дает уже оплату энергии 1 р. 14 к. до 1 р. 43 коп. на 1 тн. перемолотого зерна.

Я. Куприц**) приводит данные для мельницы в Канзасском районе САСШ перерабатывало 32 тн. зерна в сутки и работающей на дизеле (при стоимости горючего 1,4 доллара за баррель—7 коп. галлон)—себестоимость энергии 1 р. 60 коп. на тонну, причем 49,41% расхода падает на обслужив. персонал, 25% на горючее и 25% на остальные расходы.

Для более крупных мельниц большей мощности стоимость эта по данным Куприц снижается на 20—30%, доходя даже в исключительных случаях до 1,00 руб. на 1 тон—размола.

Стоимость электроэнергии по данным Канзасского Общества Power Light Co при расходе 60 квт. час на тонну и стоимости 1,001 цент за квч. (2,202 к.) составляя 1 р. 10 к. на тонну без обслуживания и амортизации и 1 р. 43 к. с добавкой (30%) этих расходов.

Для мельницы суточной производительности в 308 тн. работающей с коэфф. использования 80% (574 часа в месяц из 720) при расходе энергии 60 квч. на тонну с элеватор. операциями, энергия обходится в 1 р. 86 к. на тонну, при чем 75% из этого составляет плата за энергию и 5% отопление, обслуживание (1 рабоч.) и амортизация и % на капитал (с 25000 долларов). Интересен при этом дифференц. тариф, который платит эта мельница. За первые 120 часов работы (в теч. месяца) по 2,3 к. (1,15 цент), за вторые 120 часов 1,19 коп. и за остальное время 1,5 коп. за квт. час.

По статистическим данным Департамента САСШ стоимость энергии 1925 г. на 1 тн. перераб. зерна в среднем самой дешевой была для гидросиловых установок (1 р. 30 к. на тонну), затем следовали дизеля, электромоторы и наиболее дорогая для паровых машин.

*) M. Bell. Power in the Flour Mills at Minneapolis

**) Я. Куприц. Рационализация мукомольн. производства стр. 189-192.

Из приведенных данных видно, что стоимость электроэнергии для мельниц в С. А. С. Ш. очень невысока, составляя только от 1 до 2,5 коп. за квт. час, чем отчасти и объясняется такое несомненно бурное развитие там электрификации мельниц.

Определение стоимости энергии на 1 тн. производительности мельницы при электрификации ее.

Выше уже было отмечено значение экономического фактора и приведен ряд данных о стоимости энергии мельниц с механическим приводом и электрифицированным.

Здесь же предполагаем привести опытный метод определения стоимости энергии при электрификации мельницы.

Стоимость энергии электрифицированной мельницы на 1 тн. производительности ее складывается из следующих главнейших частей:

1) процентов на капитал и погашения всего электрического оборудования.

2) расходов на обслуживающий персонал.

3) платы за электроэнергию.

4) кроме того стоимость энергии на 1 тн. зависит от коэффициента использования электросилового оборудования.

Для того, чтобы определить % на капитал и погашение всего электрич. оборудования мельницы, приходится определять стоимость его. Понятно, что для составления точн. стоимости электрооборудования мельницы, необходимо составить точный проект и смету.

Но часто приходится давать предварительное общее соображение приблизительной стоимости электрификации мельницы. Методы этих общих соображений мы здесь и приводим. Так как кроме проводки от Центральной станции и трансформаторов, расходы на что э. станции обычно принимают на себя, главным расходом в мельнице на электрическое оборудование является стоимость э. моторов, вспомогат. устройств и внутренней проводки, то для предварительных подсчетов можно взять за основу стоимость электромоторов.

Выше нами приведены данные о стоимости э. моторов заводов ГЭТ (см. рис. 29).

В книге Taschenbuch des Müllers на 1927 г. (справочная книга мельника), изданной в Германии „Miag“ объединением ряда крупнейших мельнично-строит. заводов, приведены кривые стоимости 1 лош. силы электромоторов переменного тока (для постоянного тока на 20% дороже*) при различных мощностях и различном числе оборотов (см. рис. 43).

Наметив согласно приведенных нами выше данных тип, мощность и число электромоторов для электрифицируемой мельницы, пользуясь этими кривыми и добавляя 20% на расходы по приобретению и установке вспомогательных устройств и внутренней проводке, определяют приблизительную стоимость устройства.

Если проводка от Центр. Электростанции и понижающие трансформаторы устанавливаются за счет мельницы, то нужно, конечно, принимать во внимание и их стоимость.

*) Стоимость электромоторов для наших средних условий СССР можно принимать (1929 г.) по вышеприведенным нами данным для электромоторов заводов ГЭТ.

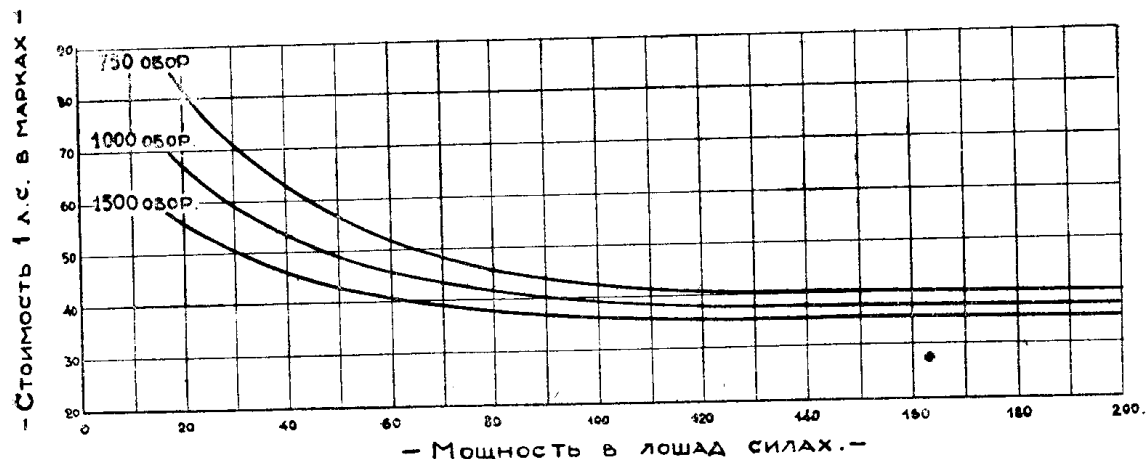


Рис. 43. Кривые стоимости 1 л.с. силы электромоторов.

Для того, чтобы при передаче энергии переменным током на значительные расстояния удешевить стоимость проводов, является рациональным и выгодным производить передачу с тем большим напряжением, чем больше это расстояние.

На рис. 43 изображена кривая заимствованная нами у Ruchmor & Loff, изображающая зависимость напряжения в вольтах от расстояния.

Так, например, если мельница находится от Центр. электр. станции на расстоянии 50 км., то согласно этой кривой рациональной будет передача при напряжении 35000 вольт.

Определив стоимость электрического оборудования, возможно уже высчитать % на капитал (обычно 6% годовых) и погашение устройства (обычно 20 лет или 5% годовых).

Расход на обслуживание возможно принимать или по предварительной смете на обслуживающий персонал или приблизительно 1,5% от стоимости всех затрат на электрификацию мельницы.

Третья слагаемая расходов на энергию: это стоимость самой электрической энергии получаемой от Центральной электрической станции. Стоимость эта бывает различна и зависит от тарифа за 1 квт. час.

Понятно также, что стоимость энергии электрифицированной мельницы на 1 тн. производительности ее зависит от коэффициента использования электросилового оборудования ее, т.е. от отношения факти-

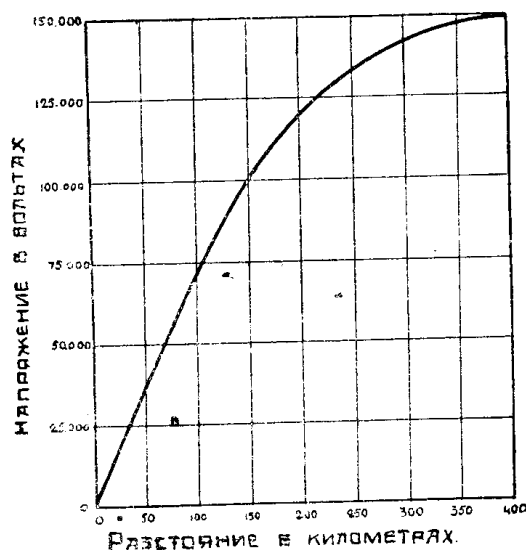


Рис. 44. Зависимость напряжения тока от расстояния при передаче энергии электричеством.

чески использованных в теч. года квт. час. к максимальн. квт. час, которые возможно бы использовать при непрерывной работе мельницы с максимальной нагрузкой электромоторов.

В то время, как для мельниц Америки (по данным ВеII и др.) коэффициент использов. составляет около 80%, у нас в СССР он еще низок, составляя, напр., даже при 250 рабочих днях в году только 68,5%.

Понятно также, что при подсчете расхода энергии приходится принимать во внимание коэффициент полезн. действия электромоторов и пр. и изменение тарифа от расхода энергии, если он дифференциальный.

ПРИМЕР. Допустим, что необходимо определить стоимость энергии на 1 тн. перемалываемого зерна на товарной мельнице высокого помола с производительностью 200 тн. в сутки, с коэфф. использования 80% и при стоимости энергии в 3 коп. за 1 квт. час; проводка до мельницы за счет Центр. Электрической станции,

Согласно таблицы 21 находим общую потребную мощность электромоторов 620 л. с., которую и распределяем следующим образом:

Для зерночист. отдел. 22%—1 эл. мотор 136 л. с.

вальцев. рассевов—веек 70%—2 эл. мотора по 217 л. с.

остальн. машин—8%—3 эл. мотора по 16,7 л. с.

Согласно вышеприведенных данных о выборе типов электр. моторов, числа оборотов и приведенных данных для э. моторов ГЭТ выбираем

1) Для зерноочист. отделения электромотор открытого типа „D“ для 3000 вольт и $n=450$ оборотов в 1 минуту в 150 л. с. с шкивом, реостатом и салазками	5150 р.
2) Для вальцев, рассевов и веек у привода два электромотора открытого типа „D“ для 3000 вольт при $n=375$ (непосредственное соединение с валом) по 10.225	20450 р.
3) Э. моторы для остальных машин закрытого типа PRV — 164 с. по 19.7 л. с. 500 вольт при 1000 обор. в 1 м. с реостатами, шкивами и салазками—3 по 1655 р.	4965 р.
Итого	30555 р.

Стоимость вспомогательных устройств (распределительных щитов, ящиков, внутренняя проводка и пр. 20% стоимости)	6112 р.
--	---------

А всего 36677 р.

Тогда годовой расход на энергию будет:

1) % на капитал от 3667 р- из 6% годовых	2138 р.
2) погашение 5% от 36677	1833 р.
3) обслуживание 1.5% от 36677	550 р.
4) Плата за электроэнергию	4521 р.

*) См. таблицу стоимости их в конце книги.

Расход электроэнергии при коэф. пол. д. э. моторов $\eta = 0.9$ будет

$$N = \frac{620}{1.36 \cdot 0.9} = 507 \text{ квт.}$$

Что при работе мельницы 80% от 365 дней или в течении 7008 час. в течении года по 3 к. за 1 кв. час составит

$$507 \times 0,03 \times 7008 = 109400$$

А всего в год . 110921

что на 1 тн: перемалываемого зерна составит

$$\frac{110921}{200 \times 365 \times 0,8} = \frac{110921}{58400} = 1 \text{ р. } 89 \text{ к.}$$

Эта стоимость является, согласно приведенных нами выше данных, невысокой.

ГЛАВА VI.

Примеры электрификации мельниц.

1. Электрификация мельниц в Америке. Примеры расположения и мощности электромоторов и применения их. Типичные здания американских мельниц.

2. Электрификация мельниц в СССР. Данные о Днепропетровской, Московской Ташкентской и др. мельницах!

Примеры электрификации мельниц.

Для лучшего объяснения применения электромоторов в мукомольных мельницах для электрификации их, мы приведем здесь несколько примеров.

Вначале приведем ряд примеров из заграничной техники и затем мельниц СССР.

Электрификация мельниц в Америке.

Как уже было отмечено нами выше, в Америке при электрификации мельниц, применяют систему отдельной группы машин, выделяя в первую очередь отдельные э. моторы для операций, требующих значительного расхода энергии.

Так, на рис. 45 изображена группа 4-х электромоторов по 150 л. с. непосредственно соединенных с трансмиссиями отдельных рядов вальцов.

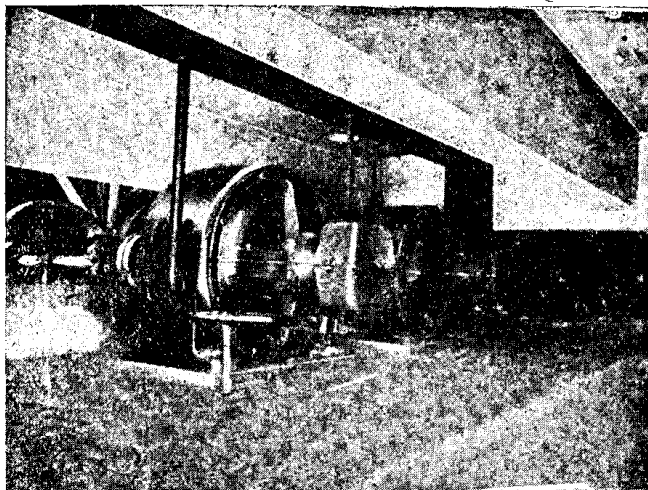


Рис. 45. Группа 4-х электромоторов по 150 л. с., приводящих в движение трансмиссии отдельных рядов вальцов.

Такое расположение э. моторов, непосредственно соединенных с трансмиссиями, является для Америки очень типичным.

На рис. 46 указан электромотор в 300 л. с., установленный в одном из верхних этажей большой американской мельницы, приводящий в движение трансмиссию рассевов. Как видно здесь, применен принцип непосредственного соединения э. м. с группой обособленных мельничных машин.

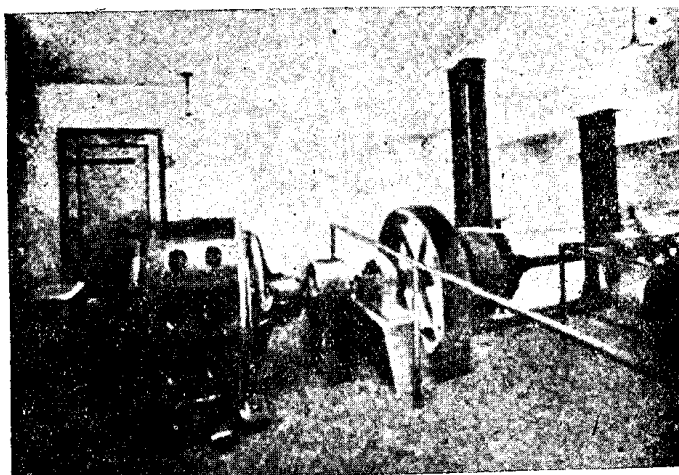


Рис. 46. Электромотор в 300 л. с., соединенный с главной трансмиссией, приводящей в движение рассева.

Расположение э. моторов, около групп отдельных мельничных машин, в равных частях мельницы значительно сокращает число отдельных трансмиссий, канатов, ремней и делает расположение мельничных машин, трансмиссий механизмов и т. п. более независимым и более рациональным, чем в мельницах от одного двигателя.

Для возможности пуска в ход, остановки и контроля, устанавливаются или особые небольшие распределительные доски, или по меньшей мере обязательно устраиваются в соответственных местах выключатели, которые дают возможность в случае надобности быстро останавливать э. мотор той или иной группы.

Для регулирования работы отдельных групп, всех электромоторов, установленных в мельнице и ее вспомогательных предприятиях (элеватор и пр.), устанавливается главная распределительная доска (см. рис. 47). Здесь, наблюдая за показаниями отдельных приборов, можно все время следить как за работой всех главнейших групп машин и механизмов, так и за всей работой предприятия в целом.

Необходимо отметить, что для возможности соблюдения в мель-

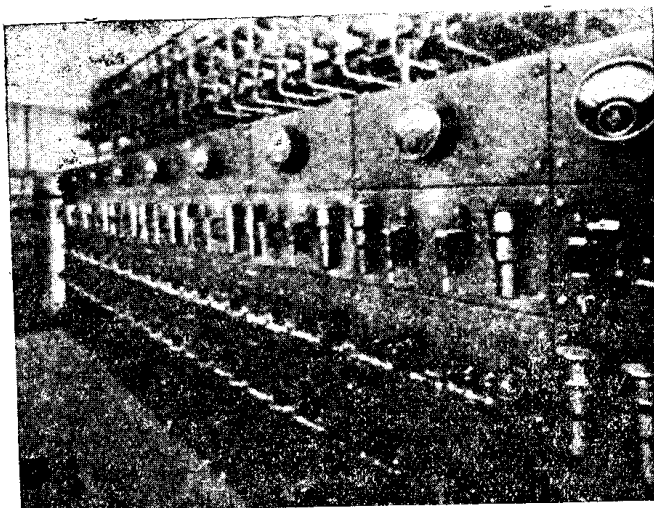


Рис. 47. Главная распределительная доска для контроля групповых установок эл. моторов на мельнице в Америке

нице наибольшей чистоты, что в свою очередь, несомненно, отзывается как на работе и здоровье рабочих, так и на работе и долговечности мельничных машин, американцы помимо устройства самой энергичной вентиляции и удаления из всех отделений мельницы пыли, не жалеют средств на сильное освещение и устройство полов, стен и потолков зданий ее, из материалов делающих заметными малейшие оседания пыли и дающими возможность легко удалять ее.*).



Рис. 48. Общий вид бриллиантно освещенного размольного отделения американск. мельницы. Стены из белого итальянского мрамора, пол из метлахских плиток, потолок белой эмали.

В этом отношении они доходят даже до роскоши. Так на рис. 48 показан общий внутренний вид размольного отделения американской мельницы, стены, которого обделаны белым итальянским мрамором, пол из метлахских плиток и потолок белой эмали.

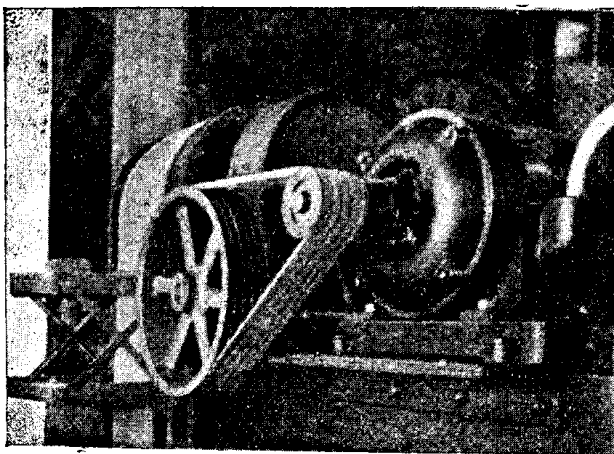


Рис. 50. Электромотор, приводящий в движение (канатн. передача) подъемник зав. Allis chalmers на мельнице в Буфалло САСШ.

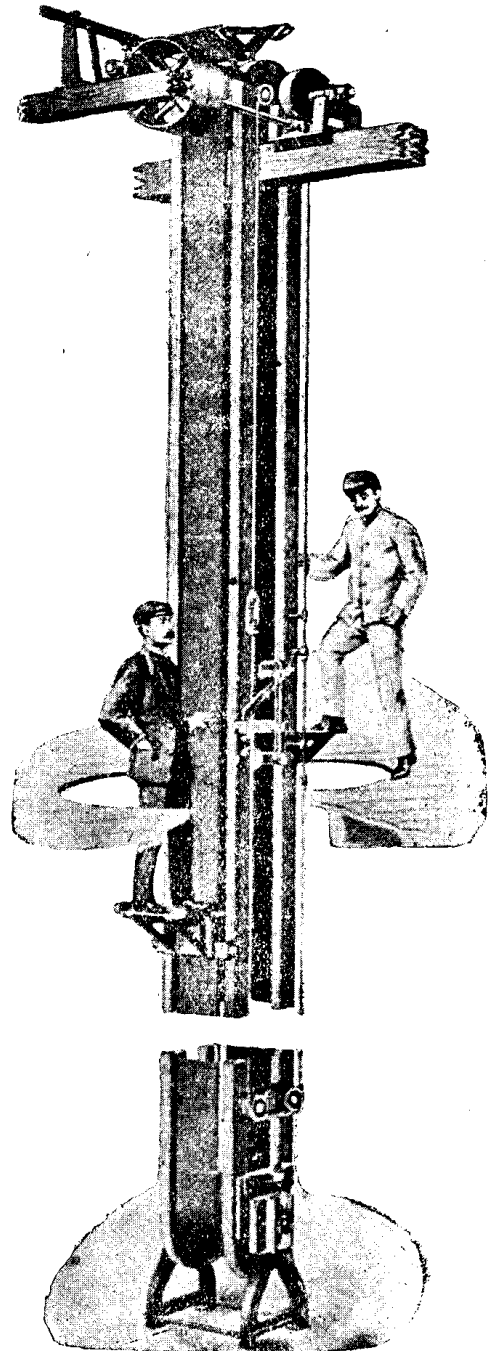


Рис. 49. Подъемник для персонала мельницы (ширина пасса 12 дм.)

*) См. главу Расход энергии на освещение мельничн. зданий.

Подъемные механизмы для обслуживающего персонала, вентиляторы эксгаустеры и пр. приводятся в движение обычно отдельными электромоторами

На рис. 49—изображен такой типичный для американской мельницы, подъемник, а на след. рис. 50 изображен электромотор известн. крупн. американ. завода Allis Chalmers (на роликовых подшипниках), приводящий в движение подъемник на мельнице International Milling Co.—в Буффало штат Нью-Йорк С.А.С.Ш.

Широкое применение находят электромоторы в Америке и для приведения в движение отдельных вспомогательных машин мельничного производства. При этом американцы со свойственной им изобретательностью применяют оригинальные идеи.

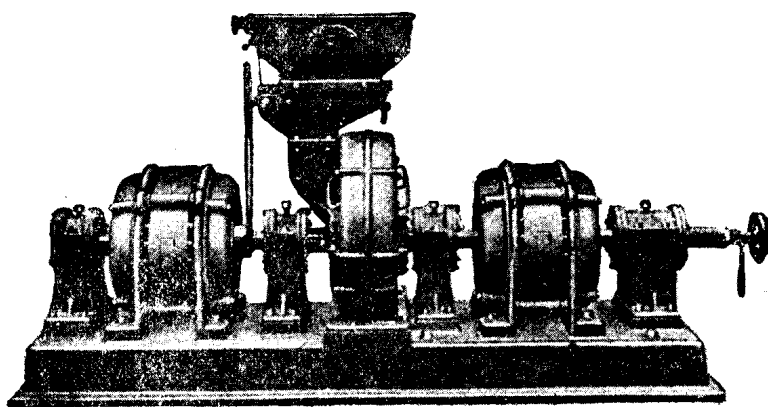


Рис. 51. Сдвоенная американская дробилка с электромот. по обоим сторонам. Вращение э. м. в разные стороны увеличивает относительную скорость.

Так, например на рис. 51 изображена дробилка.

Для успешной работы дробления требуется очень значительная скорость рабочих поверхностей, в виду чего американцы помимо применения здесь э. моторов с большим числом оборотов (напр.—3600 оборот. в 1 м.) устанавливают два э. м. по обоим сторонам вращающегося в разные стороны, что, конечно, увеличивает относительную скорость рабочих поверхностей еще в 2 раза.

На одной из мельниц г. Минеаполисса в Америке установлен на вертикальном валу водяной турбины (см. рис. 52) синхронный электромотор, который может работать и как генератор электрического тока.

Когда воды недостаток, то генератор работает как синхронный электромотор, получая электрич. энергию от соседних силовых станций. Когда же воды достаточно, то водяная турбина вращает ротор и установка работает как генератор, отдавая ток моторам своей или, если они стоят, соседним мельницам (переключение происходит совершенно автоматически).

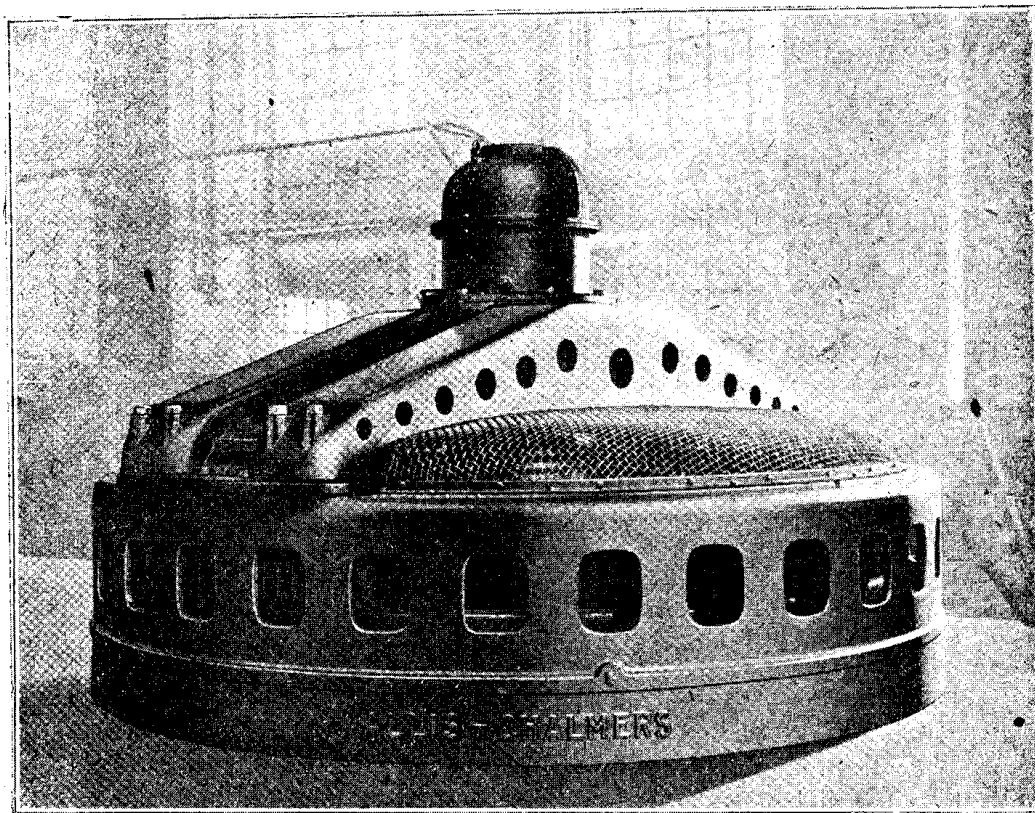
Интересно отметить, что в Америке применяют на мельницах, для использования в каждый момент наиболее экономного типа двигателей комбинированные силовые установки большей мощности, чем

требует мельница. Так напр. в Минеаполисе имеется мельница, требующая нормально около 14000 л. с., но имеющая:

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1. Водяную турбину | 9000 л. с. |
| 2. Паровую машину | 9000 л. с. |
| 3. Электромоторов | 12000 л. с. |

Или всего . . . 30000 л. с.

т. е. в 2 с лишним раза больше, чем нужно. Мельница использует наиболее экономный привод, а при случае даже продает избыток энергии соседним предприятиям.



Рич. 52. Синхронный электромотор в 300 л. с. 180 оборот. в 1 минуту, обратимый в генератор.

На рис. 53—изображен общий вид типичной современной американской электрифицированной мельницы [суточн. производительность 5000 баррелей муки или 430 тонн зерна (с элеватором при ней) построена заводом Nordauke & Marmon]. Здание мельницы восьмизэтажное поражает большой световой площадью.

На след. рисунке 53 изображена американская (в Канзасе) мельница производительностью 1000 баррелей или 115 тонн постройки завода Allis Chalmers производительностью 430 тонн.

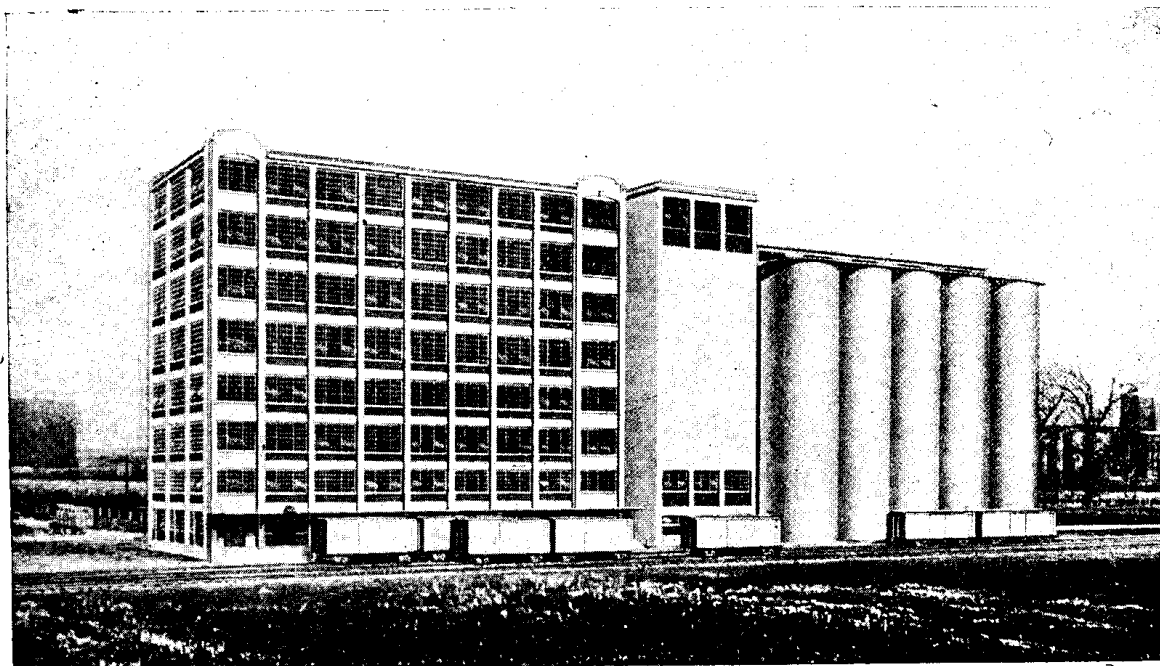


Рис. 53. Общий вид современной американской электрифицированной мельницы.

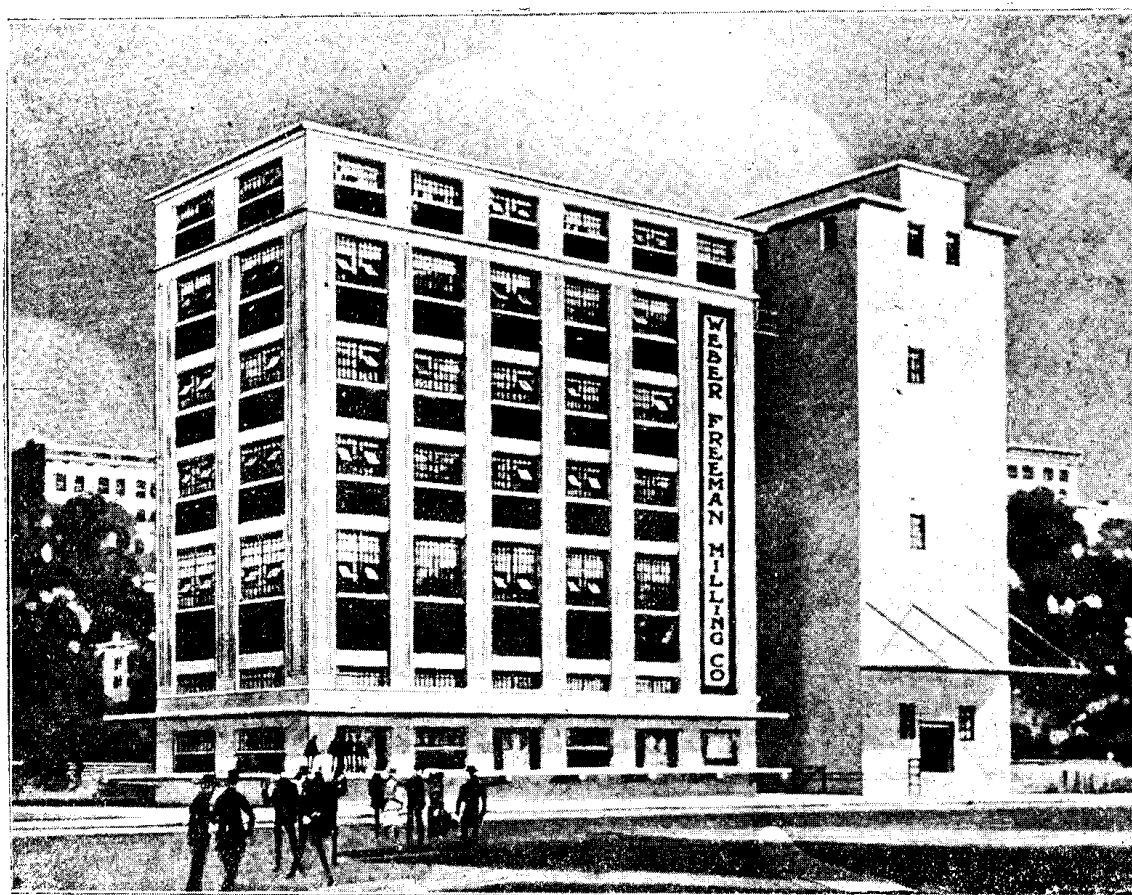


Рис. 54. Общий вид американск. электрифицированной мельницы, производит. 116 тн. (1000 баррелей).

Электрификация мельниц в СССР.

В СССР в настоящее время все мельницы высокого помола имеют электрическое освещение, затем многие мельницы имеют частичные электрические передачи к отдельным машинам и проч. и наконец имеется ряд электрифицированных мельниц, которые приводятся в движение исключительно электромоторами.

Среди таких мельниц нужно назвать перечисленные ниже электрифицированные мельницы Акц. О-ва „Союзхлеб“, которое, как видно из таблицы, имело на 1928—29 хоз. год из общего числа 531 мельниц общей суточной производительностью в 35348,2 тн—10 мельниц электрифицированных с общей мощностью э. моторов в 4471,5 л. с. и общей суточн. производительностью в 1061,2 тн., что составляет от общей производительности всех мельниц только 3.02%.

Список электрифицированных мельниц Акц. О-ва „Союзхлеб“ *)
на 1928—1929 хоз. год.

№	М е с т о п о л о ж е н и е	Мощ. движ.	Суточн. произ. тонны
55	Первомайск (Голта Юг. зап.)	125	33
92	К и е в	350	98,5
94	К и е в	60	40,0
71	Самара	170	45,0
283	Казань	16	—
90	Сейма М. Курск. ж. д.	1400	275
215	Ленинград	2118 к. в. № 1 № 2	170,7 284
3	Челябинск	232,5	55
392	Бийск	—	24
381	Черемхово	—	36
10		4471,5 л. с.	1061.2 тнн

Имеется также электрифицированная мельница в г. Ташкенте.

Электрифицированная мельница в г. Ташкенте.

Мельница в г. Ташкенте (см. рис. 55) электрифицирована передачей энергии от ц. электр. станции города.

Суточная производительность мельницы 150 тн (9000 пуд.) Энергия (трехфазный ток) передается при напряжении 6000 вольт. Общая мощность всех электромоторов в мельнице и элеваторе при ней 800 л. с. Мельница потребляет при полной нагрузке 600 л. с. на 1 тн. (4,0 л. с. на 1 тн. сут. произв.), холостой ход 360 л. с. (60%).

*) См. список мельниц Акц. О-ва „Союзхлеб“ на 1928—29 г.

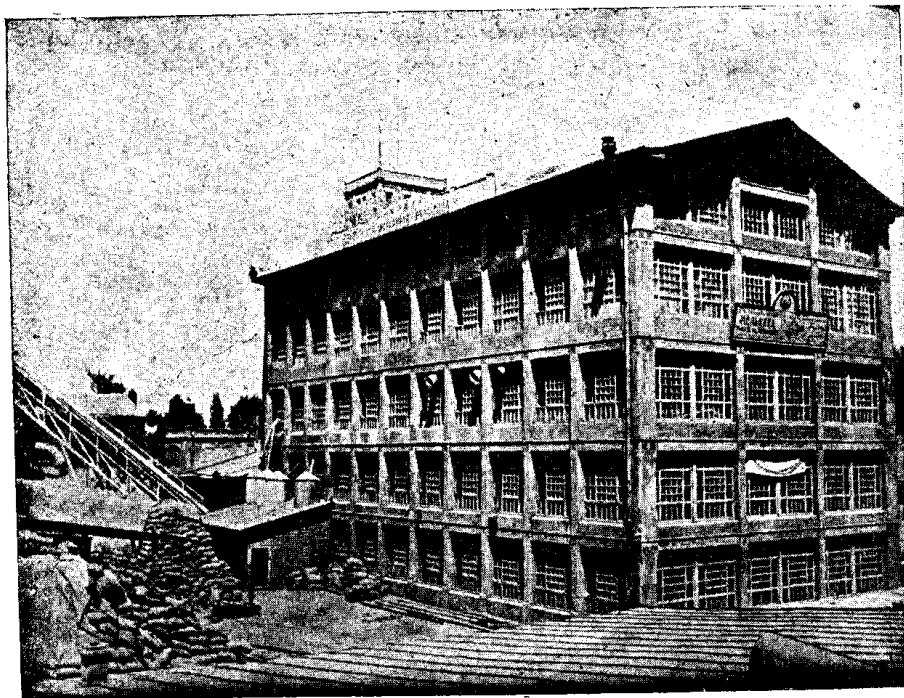


Рис. 55. Электрифицированная мельница в г. Ташкенте им. Воровского, суточн. производ. 150 тн.

Зерноочистительное отделение 120 л. с. (20%, размольное 480 л. с. (80%).

Мотор элеватор в 35 л. с., насос 6,5 л. с. Станки ремонтн. мастерск., 11 л. с.

Акц. Общество „Союзхлеб“ строит также электрифицированные мельницы:

- 1) Московская 20 тыс. пуд. суточной производительности.
- 2) Куломзиновская (около Омска) 20 тыс. пуд.
- 3) Ташкентская (новая) 20 тыс. пуд.
- 4) Ашхабадская 12 тыс. пуд.
- 5) Днепропетровская—20 тыс. пуд.

Мельницы эти частично уже заканчиваются, а некоторые находятся в периоде постройки.

Приводим ниже интересные данные относительно недавно сооруженной в Москве электрифицированной сортовой мельницы „Союзхлеба“.

В таблице № 34 приведены общие данные о мощности (в лош. силах) и напряжении тока установленных в мельнице электрических моторов (по этажам) работающих от Московской подстанции. Из таблицы видно, что всего на мельнице установлено 18 моторов общей мощностью в 1568,2 лош. силы, из них 1400 л. с. работают при 6600.

Таблица № 34

Союзхлеб. Новая сортовая мельница в Москве. Устройство электр. передачи силы от Московской подстанции.

1 этаж	9,3 НР 9,3 НР 13,6 НР	220
2 этаж	500 НР 200 НР 200 НР 500 НР	6600
	25 НР 25 НР 13 НР	220
4 этаж нет э. моторов.		
5 этаж	55,8 НР — 6 э. моторов по 9,3 НР по 220.	
7 этаж	13,6 НР	220
8 этаж	3 НР	220
Всего 1568,2 НР		

На рис. 56 показан план III этажа мельницы со схемой передачи электр. энергии.

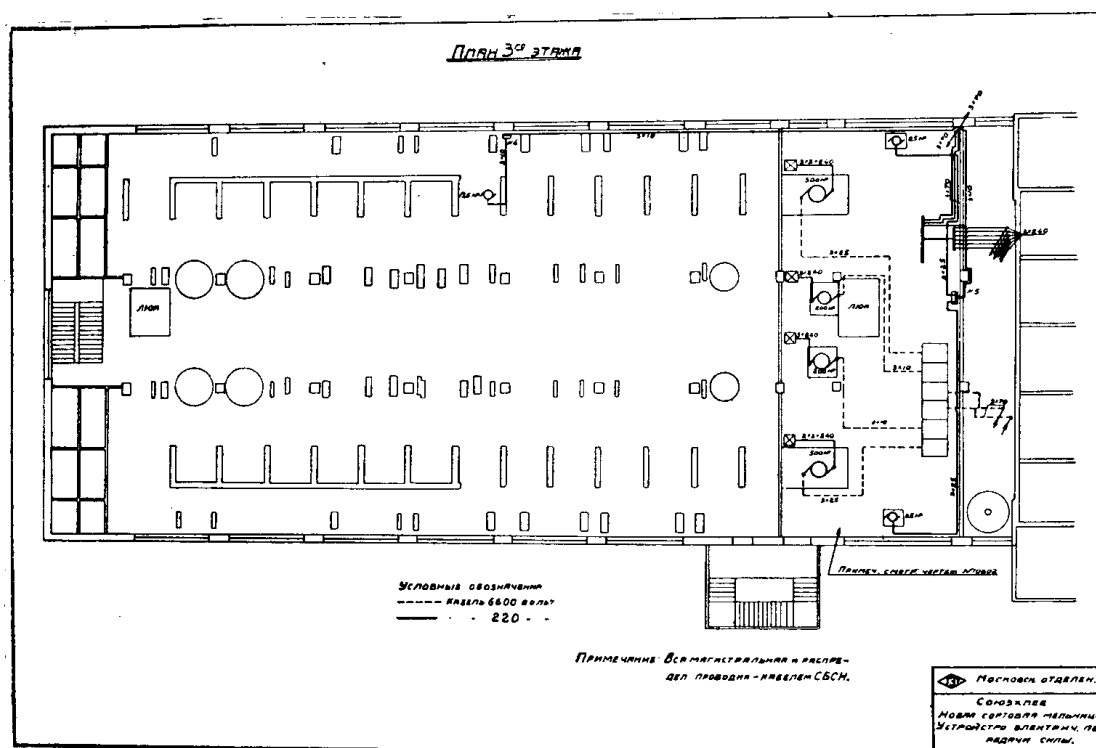


Рис. 56. Схема передачи электр. энергии на мельнице Союзхлеба в Москве.

На рис. 57. схема моторных магистралей на 220.

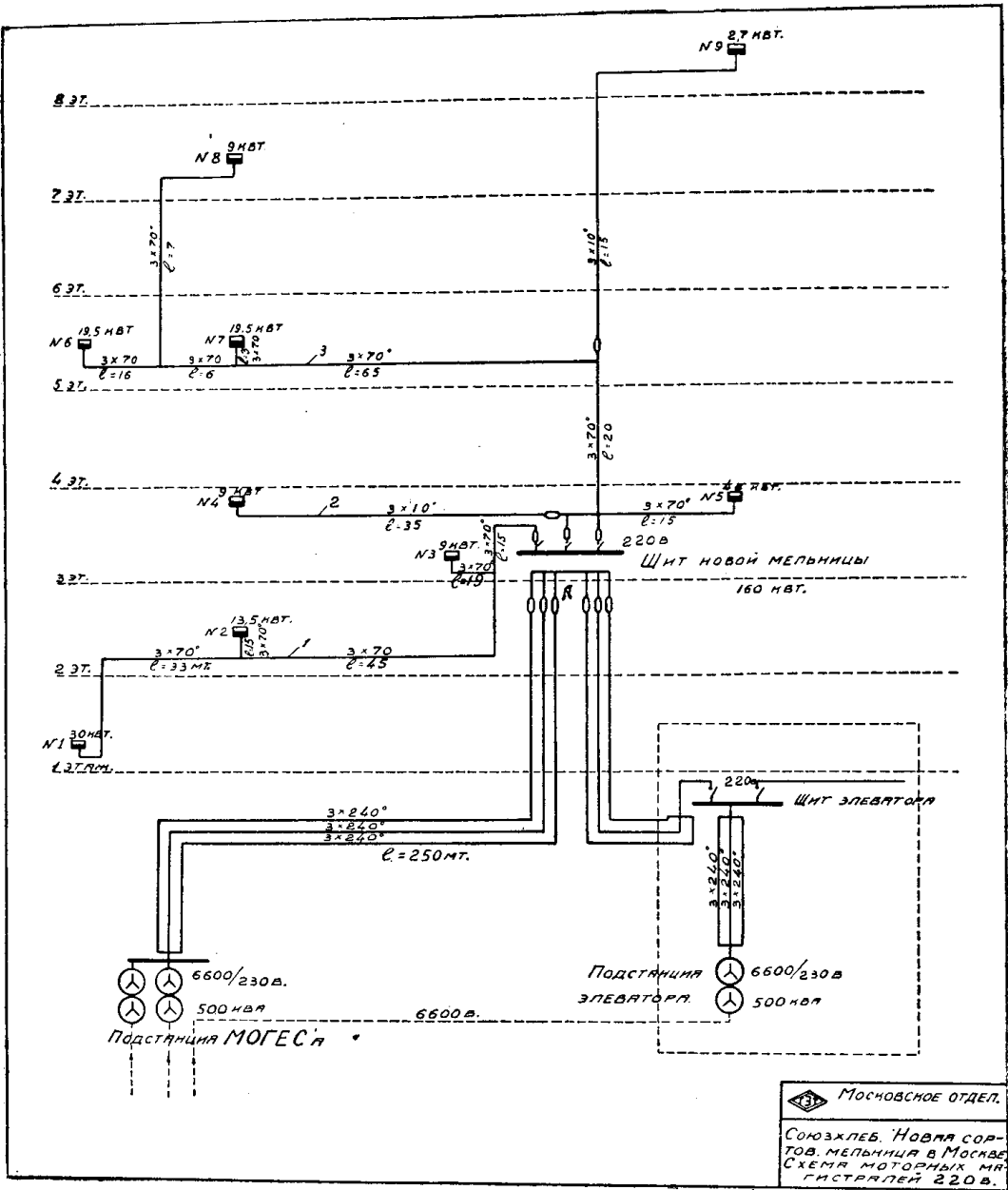


Рис. 57. Смена моторных магистралей (220 вольт) мельницы Союзхлеба в Москве.

На рис. 58 схема сигнализации в мельнице для эл. моторов в 6600 вольт, чтобы возможно было останавливать их из любого этажа.

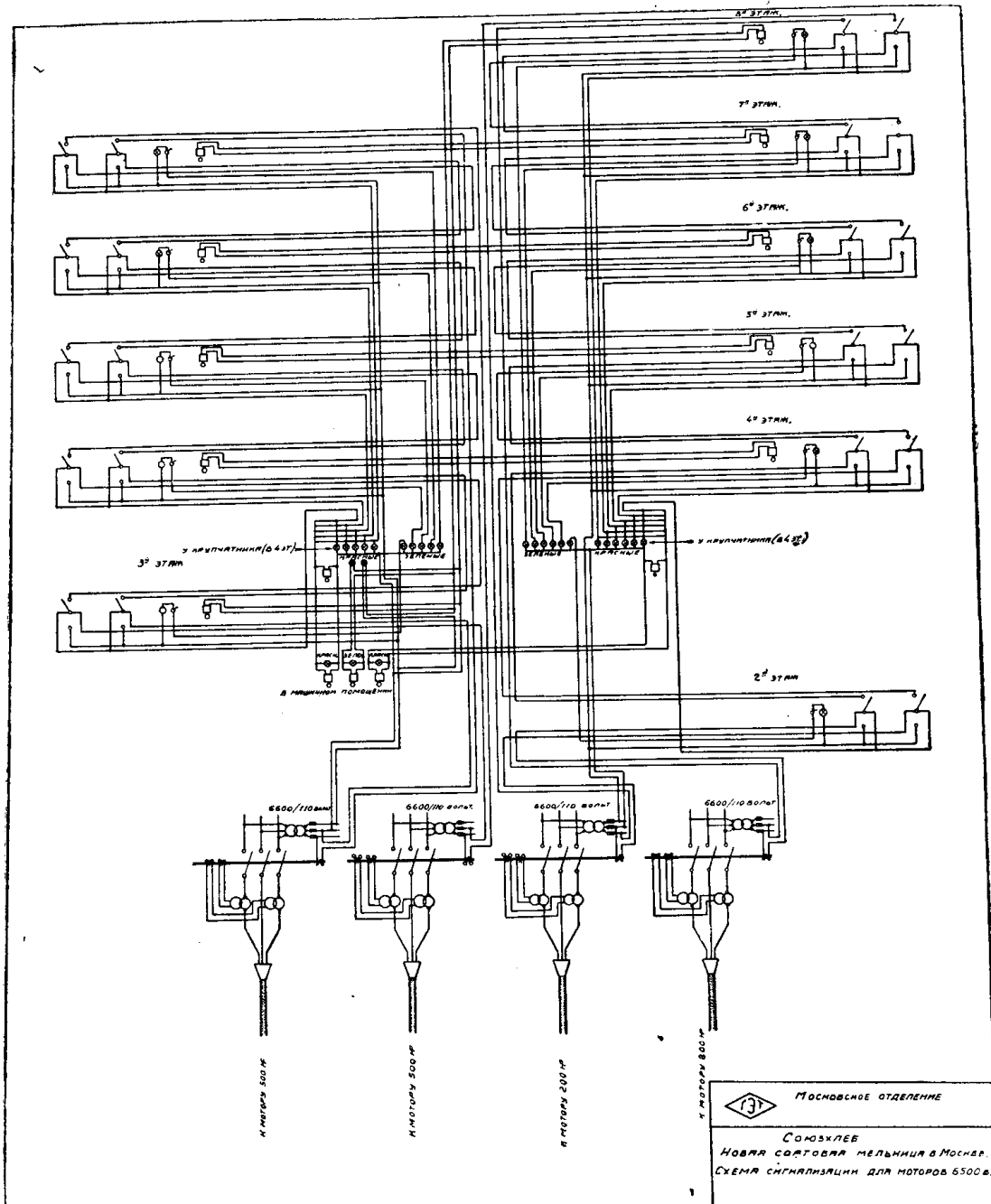


Рис. 58. Схема сигнализации к эл. моторам на 6600 вольт мельницы Союзхлеба в Москве.

На новой Ташкентской мельнице (сут. произв. 20 тыс. п.) ставят 2 электр. мотора трехфазного тока 6000 V и 50 периодов типа КЛД 375/250 мощностью по 225 л. с. $\mu=363$ Вращающий момент при пуске 2,0, муфты глухие эл. мот. трехфазного тока 6000 V и 50 периодов типа Д 600/175 мощностью по 175 л. с. $\mu=585$ обор. в 1 вр. момент 2.3 Передача со шкива 800 $\times$ 480 мм. Кроме того несколько мелких электромоторов.

На мельнице в Куломзино (около Омска) с суточной производительностью 20 тыс. пуд. намечена постанoвка:

2 эл. моторов трехф. тока по 35 л. с. для размольного отделения и 2 эл. мотора трехф. тока по 175 л. с. для зерноочистительного отделения. Эл. моторы открытого типа. Ременная передача через 6 этажей;

Энергия будет передаваться с Омской Центр. Эл. станции и напряжение будет понижаться на специальной подстанции.

Таким образом электрификация мельниц в СССР начинает развиваться все быстрее и быстрее.

Все новые крупные мельницы проектируются и строятся почти исключительно электрифицированными.

Глава VII.

Электрификация сельскохозяйственных мельниц.

Связь электрификации с.-х. мельниц с электрификацией сельских местностей. Расход энергии, производительность жерновов вальцов и пр. (практические данные автора) для с.-х. мельниц: 1) разового (раструсного) и 2) сеянного помола.

Электрификация сельскохозяйственных мельниц СССР в связи с электрификацией сельских местностей.

Сельскохозяйственные мельницы для разового раструсного и сеянного помола являются обычно начальной энергетической базой в сельских местностях нашей обширной республики.

Начиная с небольших крестьянских водяных мельниц, обслужив. наибольш. районы и до солидных благоустроенных мельниц с сеяным и раструсным помолом с радиусом обслуживания до 150 км., а иногда и более, с.-х. мельницы являются теми центрами, около которых начинает концентрироваться энергетика и электрификация.

Эволюция начинается обычно с постановки динамо для освещения мельницы, присоединения затем ближайших соседей—райкома, читальни, клуба и т. д.

Потребление эл. энергии затем быстро развивается, появляются электро-моторы: присоединение маслод. завода, электромолотбы и т. п. Мощность мельничной установки увеличивается и вскоре предприятие разворачивается в с.-х. центральную электро-станцию, электрифицирующую близлежащий район.

Действительно, такое развитие сельской электрификации является вполне естественным, потому, что комбинация в сельских местностях столь необходимой там всегда мукомольной мельницы с производством электроэнергии для электрификации является безусловно рациональной и выгодной.

Здесь, благодаря возможности регулировать в известных пределах нагрузку как мельницы, так и некоторых потребителей, получается очень выгодная комбинация рационального использования электроустановки с более или менее постоянной максимальной нагрузкой.

С проведением плана электрификации сельских местностей СССР в большинстве случаев будет рациональным постройка районных центральных электростанций (для использования, напр., энергии близлежащих рек, торфяных болот и т. п.) с электрификацией в первую очередь с.-х. мельниц и др. с.-х. предприятий, сельского хозяйства и широкого электрического освещения.

Благодаря применению переменного тока является возможность передачи электрической энергии на значительные расстояния и электрификации широких сельских районов.

Расход энергии, производительность жерновов, вальцов и прочих мельниц разового и сеянного помола.

Для возможности проведения электрификации с.-х. мельниц и подбора электромоторов мы приводим здесь главные данные о расходе энергии, производительности, числе оборотов и проч. жерновов, вальцов и т. п. для мельниц разового и сеянного помола.

I. Мельницы разового помола (раструсные).

Для определения производительности расхода энергии и числа оборотов жерновов разных диаметров *) автором, на основании многолетней практики, составлена табл. № 35, которой можно руководствоваться при подборе мощности электромоторов для раструсных мельниц.

При этом если принимать во внимание нормальную работу жерновов (напр., для семерика 400 пуд.—6,55 тн. в сутки), то мощность электромотора лучше выбирать с запасом не менее 30%, т.-е. вместо 11 л. с. брать $11 \times 1,3 = 14,5$ —15 л. с., доходя в исключительных случаях до 50%—для форсированной работы, иначе при перегрузке электромотор будет нагреваться и можно даже при неосторожном обращении сжечь обмотку.

Как видно из примечания у таблицы 35 нормальная производительность относится к местным жерновам и среднему сухому хлебу, (при средн. крупн. размоле). Форсированная работа к искусственным жерновам, а при местных к очень сухому хлебу.

Понятно, что если имеются элеваторы для под'ема зерна или транспортеры, то нужно мощность электромоторов увеличить на величину, необходимую для приведения их в движение. При этом, задаваясь количеством зерна в единицу времени и зная высоту, на которую его нужно поднимать в мельнице возможно легко подсчитать эту дополн. мощность эл. мотора, если считать коэфф. полезн. действия элеватора $\eta = 0,5$.

Если имеются зерноочистительные машины, обойки или др. машины, то необходимо сделать добавку мощности и для них.

Пример. Допустим нужно электрифицировать раструсную мельницу на 3 постава по $\frac{7}{4}$ аршина с тараром, куколеотборником и обойкой.

Принимаемая нормальная производительность поставов по таблице № 35—400 пуд. в сутки (6,5 тн.) или всей мельницы $400 \times 3 = 1200$ п. Тогда необходимая мощность для поставов $11 \times 3 = 33$; увеличиваем на 30% или $33 \times 1,3 = 43,0$ л. с. Производительность тарара, куколеотборника и обойки принимаем по 500 пуд. в сутки. Требуется мощность

Тарар	1,0
Куколеотборник	0,3
Обойка	4,7
	6,0

Принимая 4 элеватора (3 к поставам и 1 на очистку и обойку) с производительностью по 1000 пуд. в сутки или

$$\frac{1000 \times 4}{24} = 167 \text{ п.} = 2730 \text{ кг. в 1 час или}$$

*) Как известно у нас принято жернова называть по числу четвертей аршина.

Таблица № 35

производительности, расхода сил и оборотов жерновов разных диаметров.

Составлена инж. С. Балакиным по данным из личной практики.

Размер жерновов	Н о р м а л ь н а я р а б о т а							Форсированная работа					Нормальный диаметр веретена Англ. дм.	Нормальный диаметр подъемного винта Англ. дм.
	Диаметр		Сметлет муки			Треб. дей-ств. сил	Число обо-рот. в мин.	Сметлет муки			Треб. дей-ств. сил	Число обо-рот. в мин.		
	Верш.	Милл.	В час	кг.	В сутки			Тн.	Пуд.					
Пятерик	20	890	13,61	3,27	200	6	250	20,4	4,90	300	9	280	23 ³ / ₄ "	1 ¹ / ₂ "
Шестерик	24	1165	20,4	4,90	300	8	200	30,6	7,37	450	13	220	23 ³ / ₄ "	2"
Семерик	28	1245	27,22	6,55	400	11	180	40,8	9,80	600	17	200	3"	2"
Восьмерик	32	1425	34,0	8,18	500	14	160	51,1	12,30	750	22	180	3"	2"
Девятерик	36	1600	40,8	9,80	600	17	140	61,2	14,70	900	25	160	3 ¹ / ₂ "	2 ¹ / ₂ "

П р и м е ч а н и е. Нормальная производительность относится к местным жерновам и средней сухости хлеба. Форсированная работа относится к искусственным жерновам, а при местных к сухому хлебу.

при высоте подъема в 10 метров находим необходимую для элеваторов мощность.

$$\frac{P \times H}{3600 \times 75} = \frac{2730 \times 10}{3600 \times 75 \times 0,5} = 0,2 \text{ л. с.}$$

Всего требуется мощность э. мотора

для поставов	43,0 л. с.
Тарар, обойка и пр.	6,0 " "
Самотаска	0,2 " "
	49,2 л. с.

т.-е. нужно поставить э. м. в 50—60 л. с. или 2 отдельных электромотора.

Для поставов . . . 45—50 л. с.
Для остального . . . 6—7 л. с.

Для передачи движения на жерновые поставы раструсных мельниц можно с успехом применять вертикальные электромоторы.

На рис. 60 изображен вертикальный электромотор завода Allis Chalmers в Америке. Нижняя часть вала может быть такой длины, что возможно посадить рядом, напр. 2 шкива и передать движение ремням непосредственно на веретена двух поставов.

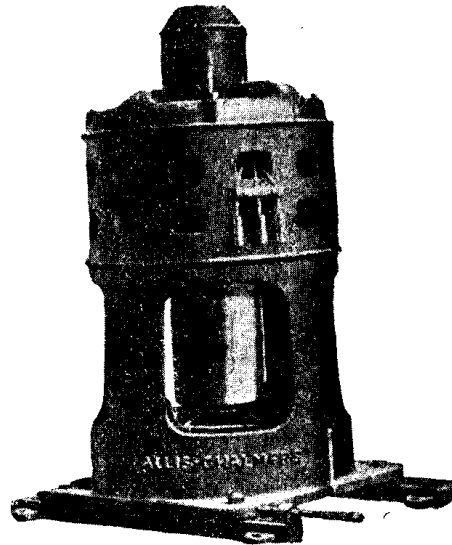


Рис. 59. Вертикальный электромотор.

2. Мельницы сеянного помола (сеянки).

Для мельниц сеянного помола требуется 1 д. л. с. на каждые 16,38 кг (1 пуд) суточной производительности мельницы.

Пример: принимая наиболее распространенный тип мельницы сеянного помола с очисткой зерна, обойкой четырехвальцевым станком (32"×14") и жерновом 7/4 арш. (для вымола отрубей) т.-е. всего 3 прохода и производительность при засыпях не менее 250 кг. имеем обычно производительность около 700 пуд. (11000 кг.) в сутки. Считая 16,38 кг. на 1 силу в час требуется электромотор в

$$\frac{11000}{24 \cdot 16,38} = 28,2 \text{ л. с. или } 30 \text{ д. л. с.}$$

И здесь рационально добавлять мощность э. мотора на 30% на случай сырого зерна и т. п.

Автор знает электрифицированную мельницу сеянного помола, которая при 3-х парах вальцев и жернове при производительности 12200 кг. (750 пуд.) в сутки фактически расходует 31,2 л. с., при чем при холостом ходе требуется 7,6 л. с. или 24,4%.

ГЛАВА VIII.

Перспективы электрификации мельниц.

Преимущества и недостатки электрификации. Перспективы электрификации.

„Wenn Sie nicht der Spitze nicht nahe kommen, so liegt die Schuld nicht etwa an den Sternen, sondern an Ihnen selbst“ *).

Преимущества и недостатки электрификации мельниц.

Быстрое развитие электрификации мельниц за границей, особенно в Америке, объясняется целым рядом преимуществ электрической передачи и использования энергии крупных центральных электрических станций, вместо устройства отдельных сил. станций при каждой мельнице с механической передачей энергии.

Преимущества эти следующие:

1. Более простое устройство, устранение ряда трансмиссий.
2. Меньший расход на трение лишних трансмиссий.
3. Независимость в расположении машин и лучшее использование места в помещении мельницы.
4. Лучший контроль за работой отдельных машин, отделений и всей мельницы в целом.
5. Меньшая затрата капитала.
6. Отсутствие затравок топлива и затрат на это.
7. Меньшее число обслуживающего персонала.
8. Большая безопасность в пожарном отношении.
9. Требуется меньше места для двигателей и отпадает необходимость постройки для специального помещения.

На рис. 60 наглядно видно несколько раз размер электромотора меньше чем паровой машины той же мощности. Имеются также преимущества в меньшем персонале, отсутствии забот о топливе меньшей площади и пр.

К недостаткам электрификации мельниц можно отнести:

1. Зависимость в получении энергии от Центральной станции.

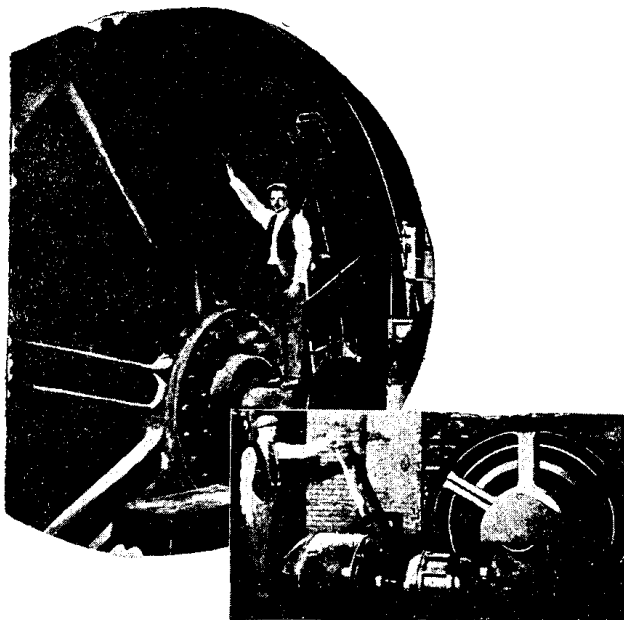


Рис. 60. На рис. видно наглядно—размеры э. мотора меньше маховика паров. машины.

*) „Если не достигнуты Вами наибольшие результаты, то причина здесь не в счастье и не в звездах, но только в Вас самих“.

Перспективы электрификации мельниц.

Нами уже достаточно рельефно отмечено выше значение, технические и экономические возможности электрификации как в западных странах, так и у нас в СССР.

Вопрос этот приобретает у нас особо актуальное значение в связи с проведением плана широкой электрификации всей страны.

Несомненно, в ближайшую пятилетку все существующие в настоящее время мельницы высокого помола, находящиеся около центральных электрических станций (которые могут дать электроэнергию), должны быть электрифицированы. Это является рациональным технически и выгодным экономически.

Существующее в настоящее время при мельницах высокого помола силовое оборудование может быть переброшено в другие районы и на другие предприятия или центральные силовые станции меньшей мощности.

При проектировании и постройке новых мельниц высокого помола необходимо, несомненно, сразу проектировать их с электроприводами. Это упростит, как выше было отмечено, расположение машин, уменьшит размеры зданий и даст в общем плане строительства мельниц большую экономию, как при постройке так и при эксплуатации наших товарных мельниц.

Необходимо увязать план электрификации мельниц с планом ближайшей пятилетки развития мукомольной промышленности СССР.

Не меньшее внимание, несомненно, должно быть обращено и на электрификацию с.-х. мельниц.

Увязывая электрификацию с.-х. мельниц с электрификацией сельских районов и других отраслей с.-х. промышленности (маслоделие, маслобойное дело, крупорушальные и друг. производства) можно рассчитывать на очень широкое развитие электрификации с.-х. мельниц в ближайшее время.

Постройкой ряда электроцентралей в с.-х. районах явится возможность самой широкой электрификации этих районов.

ГЛАВА IX.

З а к л ю ч е н и е.

Возможность и необходимость электрификации мельниц СССР в ближайшее время.

„Ne remettez jamais à demain ce que vous pouvez faire aujourd'hui“ *)

З а к л ю ч е н и е.

Вышеприведенные данные о положении электрификации мельниц и ее технических и экономических основах достаточно наглядно показывают, какое значение имеет электрификация для этой крупнейшей отрасли нашей промышленности в настоящее время и какие блестящие перспективы открываются перед ней в будущем.

С. А. С. Штаты уже электрифицировали половину всех своих мельниц. У нас в Союзе имеются к этому также все возможности. И несомненно уже в ближайшую пятилетку электрификация мельниц у нас будет проведена в самых широких размерах.

Мы призываем всех работников мукомольного дела, инженеров и работников наших электроцентралей сделать все, чтобы в ближайшие же годы электрификации страны осуществить электрификацию наших мельниц, в размерах не уступающих западным странам.

Электрификация мельниц принесет удешевление продуктов питания, электрификация мельниц это последние достижения мельничной техники!

Позади достигнутые уже успехи по электрификации мельниц—впереди блестящее будущее.

Американцы говорят;

„If electrical engineers have perfected transmission of power by wireless, the flour mills will be ready to apply it and to make the first industrial application!“

(Если электроинженеры дадут нам беспроводную передачу энергии, то мукомольные мельницы готовы первыми использовать это изобретение для промышленных целей).

Итак вперед, к самой широкой электрификации мельниц!

С. Балакшин.

Томск.

*) „Не откладывай до завтра того, что можно сделать сегодня“.

ОБЩИЕ ДАННЫЕ И ТАБЛИЦЫ.

Таблица № 1
Для определения диаметров трансмиссионных валов при данных:
числе действ. лош. сил и числе оборотов в 1 минуту.

Число оборотов в 1 минуту	М о щ н о с т ь д е й с т в. л о ш. с и л													
	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300
	325	350	375	400	Д и а м е т р в а л а в м м.									
50	120	130	135	140	145	155	160	165	170	175	180	180	180	180
60	115	120	125	130	135	140	145	155	160	165	170	175	180	180
70	110	120	120	125	130	135	140	150	155	160	165	170	175	180
80	110	115	120	120	125	130	135	145	150	155	160	165	170	175
90	105	110	115	120	120	125	135	140	145	150	155	160	165	170
100	105	110	110	115	120	120	130	135	140	145	150	155	160	165
110	100	105	110	115	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
120	100	105	105	100	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
130	95	100	105	110	110	115	120	130	135	140	145	150	155	160
140	90	100	105	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
150	95	100	100	105	110	100	115	120	125	130	135	140	145	150
160	90	95	100	105	105	100	115	120	125	130	135	140	145	150
180	90	95	95	100	105	105	110	115	120	125	130	135	140	145
200	85	90	95	100	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
225	85	90	90	95	100	100	105	110	115	120	125	130	135	140
250	85	85	90	95	95	100	105	110	110	115	120	125	130	135
275	80	85	90	90	95	95	100	105	110	115	120	125	130	135
300	80	85	85	90	90	95	100	105	110	115	120	125	130	130
325	80	80	85	85	90	90	95	100	110	115	120	125	130	130
350	75	80	85	85	90	90	95	100	105	110	115	120	125	125
375	75	80	80	85	85	90	95	100	105	110	115	120	120	120
400	75	75	80	85	85	85	90	95	105	110	115	120	120	120

Таблица № 2.

Нормальное число оборотов трансмиссионных валов.

(Приняты в немецкой промышленности).

При нагрузке должны по возможности соблюдаться следующие числа оборотов:

25	40	63	100	160	250	400	630	1000
28	45	71	112	180	280	450	710	1120
32	50	80	125	200	320	500	800	1250
36	56	90	140	225	360	560	900	1400

Таблица № 3.

Нормальные диаметры трансмиссионных валов.

(Приняты в немецкой промышленности).

Диаметры в миллиметрах.

25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100,
100, 110, 125, 140, 160, 180, 200,
200, 220, 240, 260, 280, 300.

Таблица № 4.

Нормальные размеры шкивов для трансмиссий.

(Приняты в немецкой промышленности).

Диаметр цилиндрического или выпуклого обода шкива в миллим
50, 63, (± 1); 80, 90, 100 (± 2);
100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, (± 2);
225, 250, 230, 320, 360, 400, 450, 500, (± 3);
560, 630, 710, 800, 900, 1000, (± 5);
1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, (± 7);
2250, 2500, 2800, 3200, 3600, 4000, (± 10);
4500, 5000, 5600, 6300, (± 15);
7100, 8000, 9000, 10000, (± 20).

Цифры в скобках означают допуски в мм.

Таблица № 5.

Нормальная ширина шкивов трансмиссии.

(Приняты в немецкой промышленности).

Ширина шкива в миллиметрах.

40, 50, 60, 70, 85 (-2);
100, 120, 140, (-4); 170, 200, (-6);
200, 230, (-6); 250, 300, (-8);
300, 350, (-8); 400, 450, 500, 600, (-10).

Цифры в скобках означают допуски в миллиметрах.

Таблица № 6.
Удельные веса главных продуктов мукомольного дела.

Род продукта	Вес 1 м. в кг.	Род продукта	Вес 1 м. в кг.
Пшеничное зерно	720—840	Кормовая рж. мука	300—375
Дранье (пшеница)	450—550	Ржаные отруби	
Крупа мелкая	350—450	мелкие	300—375
Крупа крупная	550—650	крупные	280—320
Пшен. мука 0—III	550—600	Ячмень	600—650
Тоже IV—V	300—400	Овес	400—450
Кормов. пшен. мука	300—350	Кукуруза	700—800
Оболочка пшеничн. зерен	200—250	Просо	660—700
Отруби пшеничн.	300—350	Солод	500—550
Рожь	680—750	Мелкий солод	350—400
Дранье	500—600	Рис	650—680
Ржаная мука 0—I	450—550	Горох	600—750
Ржаная мука II—IV	300—400	Подсолнечник	

Некоторые данные о мерах, принятых в американской и английской мукомольной промышленности.

- 1 анг. фунт (lb или lbs) = 16 унций = 0,453592 кг.
 1 европ. большая тонна (long ton) = 2240 фн. = 1,016027 тн.
 1 америк. малая тонна (short ton) = 2000 фн. = 0,9072 тн.
 1 англ. квартер = 8 бушелей = 480 фн. пшеницы = 217,72 кг.

- 1 бушель пшеницы . . . 60 фун. . . . 27,21 кг.
 1 бушель ржи 56 фун. . . . 25,40 кг.
 1 бушель ячменя 48 фун. . . . 21,77 кг.

- 1 англ. куль муки (sack) = 280 фун. = 127,00 кг.
 1 амер. баррель муки (barrel) = 196 фун. = 88,9 кг.

Производительность и расход энергии американских и английских мельниц.

Американцы (С. А. С. Ш.) считают обычно суточную производительность мельниц не по зерну, как это принято в Европе, но по муке, вырабатываемой мельницей в течение 24 часов в баррелях (по 196 анг. фунтов=88,9 кг.).

Отсюда ясно, что производительность американских и английских мельниц нельзя сравнивать без пересчета с производительностью европейских мельниц.

ЖИТЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ, ДАНЫ ВЫХОДЫ МУКИ (НЕКОТОРЫЕ НАН НОРМОВУЮ):

Таблица № 7.

Выходы муки на американских мельницах из пшеницы разного качества.

1. Бушель (С. А. С. III. сухой пшеницы весит фунтов	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
% выхода хорошей мики (tight, flour)	64	66	68	69	71	72	74	75	76	77	77	78	79

Если эту таблицу принять за основу, то при среднем весе пшеницы в Америке 60 фн. бушель или 78 гектолитр, средний выход муки будет 77%.

Если хотят по суточной производительности мельницы по американским данным в баррелях (Barrel) муки перейти на метрические кули (по 100 кг.) зерна, то число баррелей умножается на отношение $\frac{0,889}{0,77}$ или кругло на 1,55. Для превращения производительности из америк. баррелей муки в тонны зерна умножают на 0,1155.

Обратно, для превращения производительности европейской мельницы в мешках (по 100 кг.) зерна в американские баррели (с выходом муки 77%) муки умножают на 0,87. Понятно, что приведенные коэффициенты применены только при принятом выходе муки 77%.

Примеры. 1. Пусть производительность американской мельницы 5000 баррелей в 24 часа, тогда суточная производительность в тн. зерна (при выходе муки 77%) будет

$$5000 \times 0,115 = 575 \text{ тн.}$$

2. Производительность мельницы в СССР 100 тн. зерна (1000 кувей по 100 кг.) в сутки сколько производительности баррелей (муки) по американски

$$100 \times 0,87 = 870 \text{ баррелей.}$$

Чтобы превратить часовую производительность в мешках (по 280 анг. фунтов) муки английской мельницы суточную производительность в мешках зерна (по 100 кг.) европейской мельницы умножают английские „мешки“ на $\frac{1,27 \times 24}{0,77} = 39,6$ или кругло на 40.

Понятно, что эти переходные коэффициенты применимы также только при указанном среднем весе зерна и среднем выходе муки.

Пример 3. Производительность английской мельницы 25 английских мешков муки в час. Тогда производительность в зерне $25 \times 40 = 1000$ мешков зерна в 24 часа или 100 тн.

Пересчет расхода энергии с американских мер на метрическую систему.

Для получения удельного расхода N_o в д. лош. сил энергии на 1 тн. зерна перемалываемого на мельнице в сутки, нужно удельный расход N_b в д. лош. сил на 1 баррель муки (как это принято в Америке)—разделить на 0,1155
или

$$N_o = \frac{N_b}{0,1155}$$

Пример. Пусть мельница перемалывает в сутки 1000 баррелей (муки), расходуя 333 д. л. с. (или $N_b = 0,33$)

Тогда $N_o = \frac{N_b}{0,1155} = \frac{0,33}{0,1155} = 2,86$ тн. зерна на 1 лош. сил в 24 часа.

Таблица № 8.

Сравнение веса муки мешков по 100 кг. и американских баррелей по 196 анг. фунтов.

Число мешков	50	80	100	160	200	250	320	400	500	800	1000
Число баррелей	56,0	89,6	112,0	179,2	224,0	228,0	358,4	448,0	560	896	1120
Число мешков	1500	1600	2000	3200	4000	5000	8000	10000			
Число баррелей	1680	1790	2240	3584	4480	5600	8960	11200			

Опасность электрического тока для человека.

Смертельные случаи происходили при

500 вольт постоянного тока;
120 " переменного тока;
120 " трехфазного тока.

В среднем сила тока, необходимая для смертельного удара, при переменном токе определяется в 0,1 ампер или при сопротивлении нормального человека (через обе руки) в среднем 20—300000 м., так что для достижения смертельного тока 0,1 ампер требуется напряжение в 2—3 тысячи вольт.

R E S U M E.

The book has the problem to acquaint with the Elektrification of Flourmills the men which on the mills working-engineers and students.

At first are giving the general charakteristik the energie economy of industry USSR with lighting the Position of elektrification the Flourmills to day.

After that is giving the numeross data on ground of the russian and foreign literatur the consupcion and the distribution of energie on different typen of flourmills. The author give their at first time the generaliation of this on form of the tables and diagramms, what facilitate the choice of electropower for theflourmills.

In the book are curt explain the fundamental princips of transportation the elektroenergie on giving the charakteristik of elektromotors different types, the prise and generalmass and expound the groundprincipen of construction and projectirung of the elektrikalighting of flourmills.

The author give the economic daten of the groundvalue and the explotatinvalue of different art motors for the mills-example, the construction und perspectiven elektrifikation of the flourmills.

R E S U M E.

L'auteur de ce livre a pose le probleme sur la connaissance de l'electrification des moulins pour les travailleurs les meuniers, les ingenieurs et les etudiants.

An commencement l'auteur donne en general caractere de l'energie economique de l'industrie USSR qui eclaire la position de l'electrification des moulins.

Apres il donne une quantite de donnees pour la source russe est etrangere au sujet de la depense de l'energie des moulins de different types et sa distribution. L'auteur donne ici pour la premiere fois la conclusion de la forme des tables et des diagrammes qui facilite le choix de la force du moteur electrique.

Dans ce livre on donne les principes fondamentaux pour la translation de l'energie electrique, des donnees caracteristiques des moteurs electriques de differents types, les prix et les dimensions generales.

Il ecrit aussi au sujet de la contruction et les projets de l'eclairage electrique.

L'auteur nous montre la donnee economique de la depense de la construction et des l'exploitation des differents types des moteurs pour les moulins et l'exemple de l'electrification sa preference et sa perspective.

R E S U M E.

Das Buch hat den Zweck mit der Anwendung der elektrischer Energie in der Mühlen (Elektrifizierung der Mühlen) bekannt zu machen und ist für deren welche in Mühlenindustrie arbeiten, für Ingenieure und Studenten bestimmt.

Am Anfang gibt der Verfasser die Gesamtcharakteristik der Energiewirtschaft des USSR und die Lage der Elektrifizierung der Mühlen derselben.

Dann sind nach den russischen und ausländischen Quellen die mehrreichen Daten über die Anwendung der Energie und die Vertheilung derselben für die verschiedenen Arten der Mühlen angegeben. Verfasser gibt hier zum ersten Male die allgemeine Schlussfolgerungen und bringt diese in Form der Tabellen und Diagrammen zusammen-was die Wahl der Elektromotoren ausserst erleichtert.

In dem Buche sind die Gründe der elektrischer Kraftübertragung die Konstruktion, Charakteristik und die Preise der Elektromotoren von verschiedenen Typen und die Gründe für die Einrichtung und Projektierung der Elektrischer Beleuchtung der Mühlen angegeben.

Der Verfasser gibt auch die ekonomische Daten über den Werth der Einrichtung und der Ausnutzung der verschiedenen Arten der Kraftquellen-energiezeuger für die Mühlen, die Beispiele der Elektrifizierung der Mahlmühlen und seine Vorzüge und Perspektiven.

Литература по электрификации мельниц.

Русская.

- Куприц Я.—Рационализация мукомольного производства—1929 г. Москва.
Фабрично-заводская промышленность ССР. Вып. 2. Строение и работа силового аппарата. Энергетический и топливный баланс. Статист. Изд. ЦСУ СССР. Москва 1929 г.
Козьмин П. А.,—проф. Мукомольно-крупяное производство. Москва, 1925 г.
Нотович С.,—Спутник мельника-механика. Одесса, 1902 г.
Бюллетени Сибисполвода.
Угримов Б. и Генцель Г. Основы техники сильных токов. Том I—постоянный ток и переменный ток. Москва, 1917 г.
Электрификация—журнал.
Линде И. В.,—инженер. Справочная книга для электротехников. Москва, 1920 г.
Крофт Т.,—Электрические станции и подстанции. Москва.
Гефтер С.,—инж. Двигатели переменного тока (элементарное изложение).
Холуянов Ф. И., проф.,—Асинхронные двигатели перем. тока. Госиздат. Москва 1924 г.
Букштам С.,—Справочник мукомола под ред. проф. М. М. Покуто. Москва, 1929 г.
Советское мукомолье и хлебопечение.
Электричество.
Инструкции и нормы по силовым установкам мельниц Акцион. о-ва „Союзхлеб“. Москва, 1928 г.
Уаров Г. А. инж.—электрик. Расход электрической энергии машинами на мельнице им. В. И. Ленина Советск. мук. 1928 г. № 2.
Балакшина Е. С., инж.—Дневное освещение промышленных зданий. Томск, 1928 года.
Корольков А. Л. проф.—Курс электрического освещения Госизд. Москва, 1929 г.
Отчет нижегородского профдиспансера об исследовании освещения мук. мельниц в Нижнем Новгороде. 1929 г.
Список мельниц Акционерного О-ва „Союзхлеб“ на 1928—29 хозяйств. год.

Английская.

- The—Consolidated Grain Milling Catalogs 1927—28 Compiled and Published by National Miller
Bell M. D.—Power in the Flour Mills at Minneapolis Mechanical Engineering 1928 P. 833.
Ruchmor R. B. and Lof. E. A.—Hydro—Electric Power Station New York 1923.
Dedrick B. W.—Prof. Practical Milling Chicago, Ill. M. S. A. 1924.
Standart Handbook for Electrical Engineers New York 1922.
Marsh A. M. Floor Mill Power. National Miller 1929 P. 20.
The Operativ Miller.
National Miller Chicago.
Milling London.

Немецкая.

- Baumgartner F. Ing.—Handbuch des Mühlenbanes. und der Müllerei Berlin 1902.
Kattenbach Fr.—Der Müller und der. Mühlenbaner 2-te und 5-te Ausgabe Leipzig. 1922.
Weismüller R.—Die Müllerei 2 Bd. Wien 1925.
Taschenbuch des Müllers—Avsgabe. 1927. Herausgegeben von der „Miag“.
Muhlen Kalender. 1926.
Blösch L Dr. Ing.—Lichttechnik. Berlin. 1921.
Die Mühle.
Zeitschrift für das Gesamte Mühlenwesen—Frankfurt a/M.

Французская.

- De Laharpe.—Notes & Formules de l'ingenieur Paris.
René Koechlin Ing.—L'établissement d'usines hydroelectriques. Paris, 1926.
Rogne et Labalétrier.—Mannet pratique de meunerie. Paris, 1891.
La Mennerie Francaise.
Journal de la Meunerie.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

книги С. Балакшина „Электрификация мельниц“.

А.

Американские мельницы расход и распредел. энергии	18—24
Америка примерн. электрифик. мельниц	92—97
Ассинхронный двигатель	40—44

Б.

Баррел—расход энергии на баррел	22
---	----

В.

Вальцевые станки расход энергии	16
Валы трансмиссионные . . . 62,	112—113
Весы удельные продуктов мукомол. дел.	114
Влажность зерна, коэфф. повышения расхода энергии	27
Выходы муки американск. мельниц	115

Г.

Газогенераторные установки стоимость энергии	84
Гидросиловые установки стоимость энергии	84
ГЭТ—электромоторы для мельниц типы, цены	48—59

Д.

Двигатели электрич. см. электродвигатели.	
---	--

Е.

Единицы света (основные) . . .	67
--------------------------------	----

Ж.

Жернова, производительность, расход энергии	105—107
---	---------

И.

Изменение мощности при пуске мельницы в ход	34
---	----

К.

Коэффициент использования силового аппарата в промышленности	9
Коэффициенты использования осветительных приборов ГЭТ	78—80
Коэффициент перевода расхода энергии на условный помол.	25—26
КВТ часы расхода энергии на товарных мельницах	32
Корпуса э. моторов	45—46

Л.

Ламп э. расположение в мельнице	69—75
Ленинградская мельница электрификации	98
Литература по электрификации мельниц	140
Люкс	67
Люмен	67

М.

Мельницы сеяного помола (сеянки)	107
Меры американские и английские	114—115
Мощность, необходимая при пуске мельницы в ход	33—34
Мукомольная промышленность СССР общая характеристика .	4

Н.

Напряжения тока стандартные .	37
Недостатки электрификации . .	108
Нормы освещенности мельниц .	75

О.

Общая мощность двиг. фаб. зав. промышленности СССР	2
Общая схема передачи энергии .	38
Осветительные приборы	70—72
Освещение мельниц—расчет . . .	69
Основные единицы света	67
Основные схемы э. двигат. постоянного тока	36

Основные показатели энергификации и электрифик. промышл.	7
Основные формулы переменного тока	38
Опасность Э. тока для человека.	116

П.

Паровые установки, стоимость энергии	84—86
Передача энергии в мельницы электричеством	35—65
Перечет расхода энергии в американских мер на метр. системе	116
Переменного тока двигателя	40
Первичные двигатели мукомольной и фаб.-зав. пром. СССР	82
Передача движения от Э. моторов	61
Перспективы электрифик. мельниц	108—109
Передача энергии в мельн. электричеством	35
Производительность и расход энергии американск. и английских мельниц	114—115
Преимущества электрификации	108
Проектирование электрического освещения мельниц	68
Примерный расход энергии для освещения мельниц	32
Помолы разные, расход энергии	25
Пуск мельниц в ход, потребн. мощность	33
Пусковые реостаты, см. Реостаты пусковые	
Повышение расхода энергии на размол при увелич. влажности	27
Потребление энергии тов. мельниц в Америке	22—23
Потребность энергии для освещения мельниц	74

Р.

Расположение ламп в мельнице см. ламп расположение	69—74
Расход энергии (см. американские мельницы)	
Распределительные ящики	55—59
Расчет освещения мельниц	69—70
Расход энергии на 1 тонну суточн. размол	30
Расход энергии различными тоннами мельниц	10—24
Расход энергии мельницами высокого помола	31—32
Расход энергии тов. мельниц в СССР	23—24—25
Расход энергии в мукомол. и фаб.-зав. промышл. СССР	6—7
Распределение энергии в мельницах	15—22—33
Раструсные мельницы, расход энергии	11
Реостаты пусковые	55—59

С.

Сравнение веса муки в килогр. и американских баллелах	116
Схемы асинхронных двигателей простой обмоткой	40—41
Схема общая передачи энергии Э. током	37
Схема установки Э. моторов на мельнице	60
Схемы Э. двигателей трехфазного тока	49
С.-х. мельниц электрификация	104—107
Стандартные напряжения Э. тока	37
Стоимость Э. моторов	88—50—56
Стоимость 1 л. с. Э. моторов трехфазного тока	54
Стоимость энергии	84—87

Т.

Ташкентская мельницы электрификация	99
Технические основы электрификации мельниц	10
Телесный угол	67
Типы мельниц	19
Типы мельниц, расход энергии и распредел.	10—11
Типы Э. двигателей	35
Товарные мельн. расход энергии	14—33
Трансмиссии на шариках, расход энергии	29—30—31
Трехфазные двигатели	50—55—56

У.

Увеличение удельного расхода энергии в зависим. от влажности зерна	27
Удельный расход энергии	10—16—26
Удельного расхода энергии, повышение от влажности	27
Установка Э. моторов	56
Условный помол, определение	26
Уменьшение расхода энергии тов. мельниц, примен. шарикопод шины	18

Ф.

Фактический средн. расход энергии мельницами	29
Формулы основные переменного тока	38—39

Х.

Характеристика мук. промышленности СССР (общая)	4
Характеристики изменения коэф. полезн. действия Э. передачи	38
Характеристика двигателей перем. тока	40
Хозяйство (энергетическое) промышленности	2

Ц.

Цены электромоторов 50—56—88

Ш.

Шарикоподшипники в мельн.
уменьшение расхода энергии 18
Шкивы, трансмиссионные норм.
разм. 113

Э.

Экономические основы электри-
фикации мельниц 81
Электрическое освещение мель-
ниц 65—80
Электрической энергии расход. . . . 31—32
Электрификация с.-х. мельниц 104—107
Электрификация мельниц, пер-
спективы 108—109
Электрификации мельниц СССР 98—103
Электрификация мельниц за гра-
ницей (примеры) 92—97
Электрификация мельниц, тех-
нические основы 10

Электромоторы трехфазного тока . . . 62
Электромоторы заводов ГЭТ 48
Электродвигатели муком. про-
мышленности СССР 5
Электродвиг. постоянного тока. . . . 35—37
Электродв. переменного тока. 40
Электромоторов стоимость (см.
стоимость Э. моторов).
Электромоторы пер. тока мель-
ниц Америки 47
Энергетическая база промышл. 3
Энергетическое хозяйство про-
мышленности 2
Энергетикация и электрифика-
ция промышленности (основн.
показатели) 7
Энергии распределение мельн.
см. распределение энергии.
Энергии себестоимость 82—83
Энерг. расход, см. расход энергии . . . 10
Энергии стоимость 84—37
Энергии стоимость (пример) 90—91

Я.

Ящики распределительные. 55—59