

# РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ СТАНКА ДЛЯ ЭМАЛИРОВАНИЯ ПРОВОДОВ



Подразделения заводов, производящих эмалированные провода, оснащены, как правило, широким набором оборудования различных фирм. Для выпуска всей гаммы размеров и типов эмалированных проводов применяется оборудование соответствующего исполнения. Оборудование для производства эмалированных проводов находится в эксплуатации 10 и более лет, и при техническом перевооружении редко меняется все. В итоге на предприятии эксплуатируются одновременно как современные, так и устаревшие станки.

Указанные факторы приводят к тому, что на многих предприятиях находится в эксплуатации оборудование, различное по своим техническим возможностям, что затрудняет расчет производственной программы.

Для расчета производственной программы, как правило, используются эмпирические данные, которые формируются в конкретных производственных условиях, «засорены» местными вторичными факторами, влияющими на технические возможности оборудования.

Такая ситуация затрудняет расчет экономических и производственных показателей предприятия, формирование политики технического перевооружения.

В настоящее время в среде эмалировщиков применяется ряд параметров, использование которых позволяет разработать единый алгоритм расчета производственной мощности, благодаря которому при введении местных коэффициентов можно составить четкую картину производственных возможностей предприятия в целом, разработать технико-экономическую политику относительно оборудования по каждому подразделению.

Для оценки технического уровня оборудования по производству эмалированных проводов используются следующие характеристики:

- **производительность** (т/год) – выпуск эмалированного провода в единицу времени по каждому типу и диаметру с одной технологической линии;
- **скорость** ( $V$ , м/мин) – как правило, максимально достижимая технологическая скорость намотки провода на приемную тару;
- **количество ходов** – количество технологических линий, компокуемых в одном станке;
- **технологическая линия** (ход) – комплект аппаратов, скомпонованных на конкретном станке, обеспечивающий процессы формирования эмалевого покрытия на токопроводящей жиле. В зависимости от времени изготовления и фирмы-изготовителя станка комплект аппаратов различен как по количеству

элементов, так и по их техническим характеристикам. Современные станки для эмалирования проводников содержат следующие элементы: отдающее устройство, волочильную приставку, устройство очистки проволоки от остатков волочильной эмульсии, печь отжига проволоки, лакононосящий узел, электронагревательную печь для формирования эмалевого пленки из лакового покрытия, устройство охлаждения эмалированного провода, контрольные приборы, устройство нанесения смазки на поверхность эмалированного провода, приемное устройство;

– **расход электроэнергии** – затраты электроэнергии на обеспечение технологического процесса изготовления эмалированного провода. Измеряется в киловатт-часах, затраченных на производство 1 кг эмалированного провода;

– **диапазон диаметров** (мм) – размерный ряд эмалированных проводов, которые можно производить на данном станке в соответствии с паспортными данными;

–  $VD$  – параметр, равный произведению скорости  $V$  (м/мин) движения проводника на диаметр  $D$  (мм) эмалируемого провода. Является базовым параметром оценки технического уровня станков для эмалирования провода. Так, старое оборудование 20-летнего возраста имеет  $VD = 5$ , в то время как на современном оборудовании  $VD$  достигает 200.

Для расчета производительности оборудования предлагается использовать следующие параметры:

- диаметр эмалированного провода;
- $VD$ .

Для расчетов приняты следующие условные обозначения:

- $P$  – производительность, т/год;
- $V$  – скорость, м/мин;
- $T$  – годовой фонд времени (343 дня);
- $D$  – диаметр токопроводящей жилы эмалированного провода, мм;
- $R$  – плотность материала жилы (медь – 8,89 г/см<sup>3</sup>);
- $K$  – постоянный коэффициент (медь – 3,417 · 10<sup>3</sup>);
- $L$  – коэффициент, учитывающий массу лаковой пленки;
- $M$  – коэффициент использования мощности.

Производительность  $P$  равна:

$$P = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V \cdot T \cdot R.$$

Проведем преобразования:

$$P = (V \cdot D) \cdot D \cdot T \cdot R \cdot \frac{\pi}{4}$$

Параметры  $T$ ,  $R$  являются постоянными, следовательно, их можно объединить. Для удобства применения формулы, учитывая, что параметры  $V$ ,  $D$ ,  $T$ ,  $R$ ,  $L$  имеют разную размерность, вводим коэффициент  $K$ , при этом можно использовать привычную размерность параметров, указанную выше.

При наличии 343 дней годового фонда времени и медной токопроводящей жилы коэффициент  $K = 3,417 \cdot 10^3$ .

При этом

$$P = (V \cdot D) \cdot D \cdot K \tag{1}$$

Данная формула позволяет рассчитать производительность станка по весу токопроводящей жилы.

Для учета веса лаковой пленки необходимо ввести соответствующий коэффициент  $L$ :

$$P = (V \cdot D) \cdot D \cdot K \cdot L \tag{2}$$

В общем случае коэффициент  $L$  зависит от конкретной конструкции эмалированного провода и может быть введен пользователем формулы. В частности, в мировой практике применяются 3 градации по толщине эмалевой пленки.

Плотность лаковых покрытий из полиэфира, полиэфиримида составляет  $1,25 \text{ г/см}^3$ .

Прирост производительности станка за счет массы лакового покрытия для наиболее распространенных в России полиэфирного и полиэфиримидно-

Таблица

Диаметр	ПЭТВ-1	ПЭТВ-2	ПЭТ-155	Диаметр	ПЭТВ-1	ПЭТВ-2	ПЭТ-155
	Масса лаковой пленки, %				Масса лаковой пленки, %		
0,030	6,24			0,530	2,19	3,12	3,31
0,032	6,34			0,560	2,12	2,98	3,16
0,040	5,74			0,600	2,03	2,87	3,02
0,050	5,23			0,630	1,96	2,73	3,03
0,060	4,84	8,27	9,18	0,670	1,87	2,63	2,92
0,063	4,85	8,10	9,02	0,690	1,84	2,57	2,86
0,071	4,73	7,60	8,45	0,710	1,90	2,50	2,77
0,080	4,78	6,88	7,64	0,750	1,83	2,40	2,67
0,090	4,57	6,43	7,14	0,770	1,80	2,38	2,64
0,100	4,73	6,75	7,69	0,800	1,75	2,30	2,55
0,112	4,34	7,03	7,14	0,830	1,71	2,23	2,48
0,120	4,17	6,09	6,93	0,850	1,68	2,20	2,44
0,125	4,11	5,96	6,78	0,900	1,62	2,12	2,35
0,130	4,07	5,84	6,64	0,930	1,58	2,05	2,28
0,140	3,87	5,52	6,26	0,950	1,56	2,02	2,25
0,150	3,61	6,24	6,93	1,000	1,50	2,10	2,33
0,160	3,47	5,71	6,34	1,060	1,57	2,01	2,23
0,170	3,35	5,44	6,04	1,080	1,56	1,98	2,20
0,180	3,24	5,31	5,89	1,120	1,52	1,93	2,13
0,190	3,55	5,17	5,75	1,180	1,46	1,84	2,05
0,200	3,37	4,98	5,53	1,250	1,39	1,76	1,96
0,210	3,42	4,96	5,95	1,320	1,37	1,80	2,01
0,224	3,12	4,62	5,55	1,400	1,29	1,73	1,93
0,236	3,03	5,14	5,33	1,450	1,25	1,68	1,86
0,250	2,91	4,96	5,15	1,500	1,21	1,64	1,81
0,265	3,09	4,84	5,04	1,560	1,17	1,58	1,76
0,280	2,92	4,57	4,76	1,600	1,15	1,55	1,73
0,300	2,82	4,30	4,48	1,700		1,48	1,65
0,315	2,68	4,13	4,31	1,800		1,50	1,67
0,335	2,61	3,97	4,41	1,900		1,44	1,60
0,355	2,50	3,78	4,20	2,000		1,38	1,53
0,380	2,36	3,59	3,99	2,120		1,32	1,47
0,400	2,47	3,44	3,83	2,240		1,27	1,41
0,425	2,40	3,31	3,68	2,360		1,21	1,35
0,450	2,29	3,19	3,54	2,440		1,18	1,32
0,475	2,35	3,07	3,41	2,500		1,16	1,30
0,500	2,30	2,94	3,44				
0,530	2,19	3,12	3,31				

го лаковых покрытий, с градацией толщины покрытия по типу 1 и 2, представлен в таблице. При этом коэффициент  $L$ , например, для ПЭТВ-2 диаметром 0,5 мм равен 1,0294. Расчет выполнен по средней толщине лакового покрытия.

Формула (2) предусматривает круглосуточную работу оборудования в течение года с остановками на 1 сутки ежемесячно для технологической чистки и на 10 дней на новогодние и рождественские праздники. В этом случае годовой фонд времени составляет  $T = 343$  дня.

При этом не учитывается снижение производственной мощности за счет простоев вследствие ликвидации обрывов, перезаправки станка при смене номенклатуры, аварийных остановок станка, отключения электроэнергии, отсутствия обслуживающего персонала и других факторов, характеризующихся коэффициентом использования мощности  $M$ , который присущ для каждого типа оборудования и учитывает местные условия эксплуатации оборудования.

Коэффициент  $M$  определяют путем сравнения производительности, рассчитанной по формуле (2), и статистических данных по фактическому объему производства на оборудовании конкретного типа.

График 1

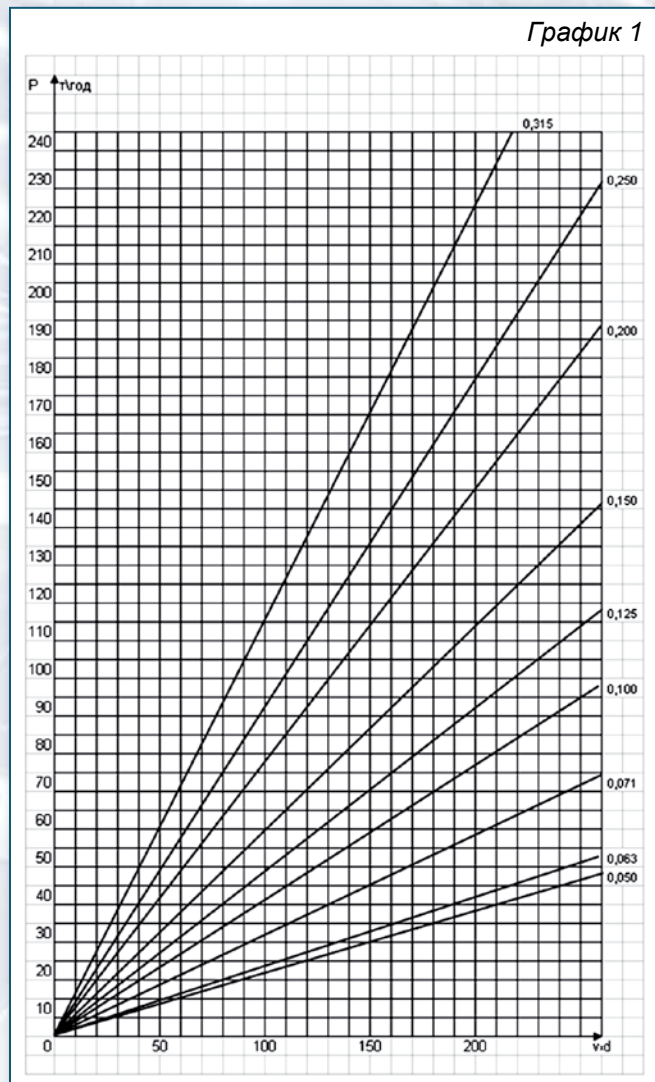
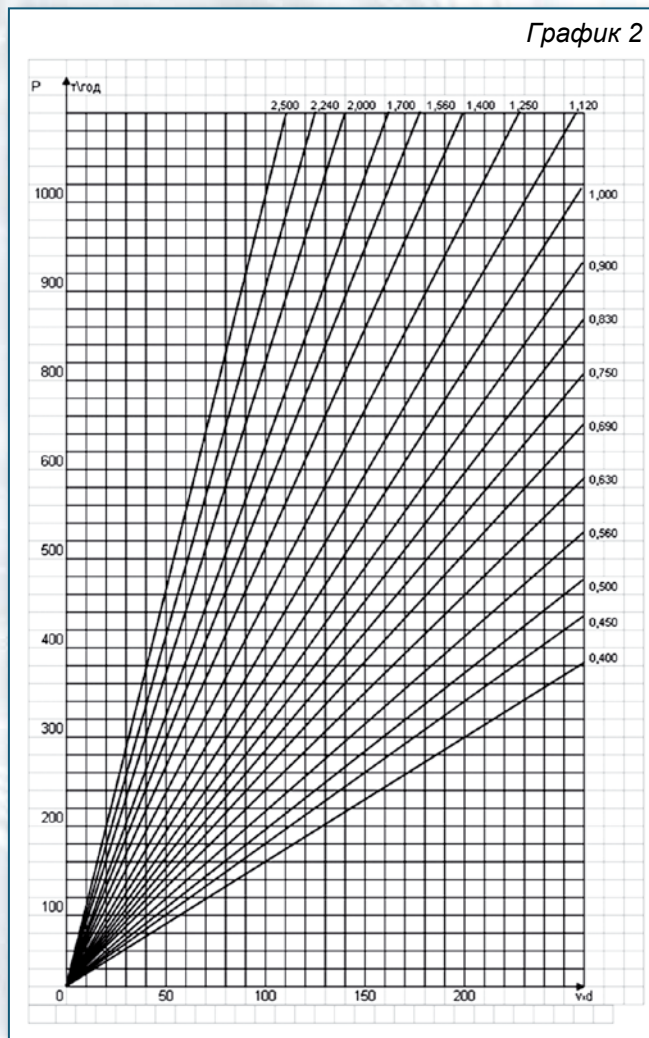


График 2



Величина коэффициента  $M$  дает информацию об эффективности использования оборудования и необходимости разработки организационных и технических мероприятий по ее повышению, а также о целесообразности дальнейшей эксплуатации конкретного оборудования.

После введения указанных коэффициентов формула приобретает окончательный вид:

$$P = (V \cdot D) \cdot D \cdot K \cdot L \cdot M. \quad (3)$$

Пользователь может применять данную формулу после введения собственных коэффициентов, использовать формулу для компьютерного расчета производственной загрузки, рассчитывать количество ходов (станков), необходимое для выполнения производственной программы.

Пример расчета производительности одного хода.

Формула (3) представляет собой линейную зависимость функции и аргумента, и это облегчает построение графиков зависимости производственной мощности от универсального параметра  $V \cdot D$ .

Для наглядности на основе формулы (3) без учета коэффициента использования мощности  $M$  на

графиках 1, 2 представлена указанная зависимость для эмалированного провода по требованиям МЭК с электроизоляционным лаком типа полиэфиримид.

Аналогичные графики можно выполнить и для других конструкций эмалированных проводов.

В рекламных проспектах поставщиков оборудования обязательно присутствует параметр  $VD$ , но не всегда указаны данные о производительности. Там, где такие данные представлены, годовой фонд времени выбран фирмой-поставщиком, в общем случае он не совпадает с годовым фондом времени других

фирм и покупателя оборудования, что затрудняет процедуру выбора оборудования.

Использование формулы (2) в виде  $P = (V \cdot D) \cdot D \cdot K \cdot L$  позволяет выполнить проверочный расчет производительности оборудования, представленного в рекламных проспектах поставщиков, для производства эмалированных проводов в соответствии с фондом времени покупателя, что в сочетании с параметрами расхода электроэнергии и занимаемой площади дает возможность сделать корректный выбор при планировании закупок оборудования.



## ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ

# АССОЦИАЦИИ «ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ»

Очередное общее собрание Ассоциации «Электрокабель» состоялось в городе Ая-Напа (Кипр) в период с 1 по 4 ноября 2005 года. На общем собрании были проанализированы результаты работы кабельной промышленности за 9 месяцев 2005 года. Отмечено, что темпы роста объемов выпуска кабельных изделий в странах СНГ по сравнению с соответствующим периодом прошлого года замедлились (104% против 115%). В России в этом отношении ситуация несколько лучше (105%). Ожидаемый рост выпуска в целом за 2005 год оценивается в 105–107%.

По отдельным направлениям кабельной промышленности (силовые кабели и провода, оптические кабели, обмоточные провода и т.д.) сформированы секции специалистов, которые возглавляются авторитетными руководителями ведущих кабельных заводов.

Общее собрание Ассоциации приняло решение продолжить работу в департаментах Минэкономразвития РФ и Минпромэнерго РФ по уточнению начального и конечного уровней связывания ввозных таможенных пошлин на кабельную продукцию по результатам проведенных со странами переговоров об условиях вступления России в ВТО.

В рамках общего собрания заслушаны доклады: «Мировой рынок цветных металлов» (динамика цен и объемов производства меди в мире и в России), «Системы электропроводки в жилых зданиях и проблемы их электробезопасности в Европе».

Подведены итоги участия Ассоциации «Электрокабель» в международных выставках «CABEX 2005» и «WIRE Russia 2005». Принята информация об участии руководителей ряда кабельных заводов России и Украины в Конгрессе ICF, состоявшемся в октябре 2005 года в городе Токио (Япония).

В состав Ассоциации приняты в качестве полноправных членом ЗАО «СПКБ Техно» (г. Подольск), ЗАО «ЭЛКАБ Кабельный завод» (п. Ждановский Нижегородской обл.), ООО «Эликс-Кабель» (г. Москва). Из состава Ассоциации исключено ООО «Прозатонп» (г. Прохладный) за неуплату членских взносов в течение одного года и неучастие в деятельности Ассоциации.

Очередное общее собрание Ассоциации «Электрокабель» состоится с 14 по 17 марта 2006 года в Московской области.