Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института. Том XXIV, 1950 г.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СОСТАВА И ЧИСЛА ЛОКОМОТИВОВ ДЛЯ РУДНИЧНОЙ ОТКАТКИ

Доц. *Я. Б. Кальницкий*

Весьма часто при проектировании горного предприятия, при оборудовании новых горизонтов действующих шахт, а также при реконструкции рудничного транспорта оказывается необходимым предварительно определить число вагонеток в составе и число рабочих локомотивов (контактных и аккумуляторных электровозов, дизелевозов, мотовозов и т. п.).

Обычно при решении таких задач предварительно заданными факторами являются: 1) общая схема движения (откатки) с указанием погрузочных и приемных пунктов; 2) производительность шахты и отдельных погрузочных пунктов, определяющая объем перевозок полезного ископаемого; 3) тип и емкость шахтной вагонетки; 4) технологическая схема, режим работы и пропускная способность последующего за локомотивной откаткой вида транспорта.

При общепринятом методе расчета локомотивной откатки, имея все эти данные, обычно на основании весьма общих и неконкретных соображений, главным образом руководствуясь «аналогиями» и наличным типовым оборудованием, выбирается тот или иной тип локомотива. Далее по его сцепному весу выбирается максимальный состав вагонеток принятого для шахты типа, делаются все расчетные проверки (по пуску состава, нагреву двигателей, тормозным путям и т. д.) и устанавливается режим работы локомотива. Наконец, в заключение, строятся диаграммы движения, определяется время рейса, число рейсов в смену, производительность одного локомотива, необходимое число рабочих локомотивов и строится график откатки, который должен являться основным производственным оперативным документом, выводом и следствием всех многочисленных предшествующих расчетов и незыблемым законом для предприятия.

Многолетний опыт механизации рудничного транспорта в СССР позволяет установить, что рекомендуемые проектами графики движения почти никогда не осуществляются на практике, а расчетные величины состава не имеют ничего общего с реальными величинами. Причин тому много. Основными из них являются: чрезмерное идеализирование в расчетах условий рудничного транспорта, принятие явно завышенных коэфициентов сцепления и явно заниженных коэфициентов сопротивления вагонеток движению. Главной же причиной несоответствия проектной и действительной организации рудничного локомотивного транспорта безусловно можно считать полнейшую механистичность и оторванность от реальных условий предприятия описанного выше общепринятого метода расчета.

В связи с изложенным в настоящей статье предлагается чрезвычайно простой метод предварительного обоснования величины состава и

числа локомотивов на основе организационно-технических соображений. Этот метод может быть назван методом оптимального интервала [1].

1. Понятие оптимального интервала

Оптимальным интервалом следует называть промежуток времени между приходом составов на приемную станцию, обеспечивающий высокую надежность работы рудничной откатки и последующего звена транспортирования.

Величина оптимального интервала зависит от следующих факторов:

1) схемы развития путей приемной станции (рудничного двора, разгрузочной станции, нижней площадки уклона и т. п.);

2) характеристики и режима работы последующего транспортного устройства (главным образом его средней производительности).

Имея эти данные, легко определить полное время маневров локомотива на путях приемной площадки, пользуясь средней величиной общепринятой маневровой скорости (порядка 0,5 *м/сек* или 1,8 *км/час*) и учитывая известное по многим хронометражным наблюдениям время маневровых пауз (отцепка, прицепка, перемена хода, проход стрелок, заталкивание вагонеток и т. п.). Техника этих подсчетов общеизвестна и не нуждается в дополнительных пояснениях.

Время на выполнение каждой операции надлежит брать с соответствующим резервом.

Полное время маневрирования локомотива в пределах путей приемной станции от момента прихода с груженым составом за горловую (основную) стрелку до момента выхода с порожним составом с этой стрелки явится минимальным организационным временем интервала. Обозначим это время как $\Sigma t_м$ — суммарное время маневров локомотива в рудничном дворе (или в пределах любой другой приемной станции).

Каждый следующий локомотив может быть пропущен за горловую стрелку не ранее, чем через время $\Sigma t_м$ после прихода предыдущего. С учетом обычного для транспортных агрегатов в руднике коэфициента неравномерности в работе откатки величину оптимального интервала между приходами локомотива необходимо определять с соответствующими коррективами.

Коэфициент неравномерности для подземного транспорта надлежит брать достаточно большим. Как показали специальные наблюдения по десяти крупнейшим шахтам Челябинского угольного бассейна, проведенная работниками отдела внутришахтного транспорта комбината «Челябинскуголь» в 1946 г. под руководством автора, вывозка добычи шахты в течение рабочей смены характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Плановая часовая добыча шахты	100%	Плановая часовая добыча шахты	100%
Первый час смены . . .	111[2]	Пятый час смены . . .	89
Второй час смены . . .	82	Шестой час смены . . .	92
Третий час смены . . .	78	Седьмой час смены . . .	128
Четвертый час смены .	85	Восьмой час смены . . .	135

[1] Применение этого метода ни в коем случае не исключает широко разработанного советскими учеными метода научного технико-экономического анализа.

[2] В первый час каждой смены обычно интенсивно поступает уголь, добытый в предыдущую смену.

Таким образом, величина часовой вывозки угля колеблется в пределах 78—135% плановой цифры, а расчетная величина коэфициента неравномерности определилась: $k = 1{,}35$.

Этой величине соответствует наибольшая интенсивность движения.

2. Определение величины оптимального интервала

Если плановая часовая добыча шахты Qт, грузоподъемность вагонетки qт, а число вагонеток в составе n, то очевидно необходимое число рейсов в час m с учетом коэфициента неравномерности k:

$$m = \frac{kQ}{qn}. \qquad (1)$$

Тогда минимальный интервал будет:

$$\Sigma t_м = t_{мин} = \frac{3600}{m} = \frac{3600\,qn}{kQ} \text{ сек.}; \qquad (2)$$

это выражение можно написать в виде:

$$kt_{мин} = \frac{3600\,qn}{Q}, \qquad (3)$$

причем величина $kt_{мин}$ и будет соответствовать понятию оптимального интервала, обозначаемого в дальнейшем T.

Следовательно

$$T = \frac{3600\,qn}{Q} \text{ сек.} \qquad (4)$$

Из этой формулы легко найти величину состава поезда n, обеспечивающую при данном оптимальном интервале T вывозку Q *т/час* полезного ископаемого в вагонетках грузоподъемностью qт.

Очевидно

$$n = \frac{QT}{3600\,q}. \qquad (5)$$

По данной величине n следует производить выбор локомотива и все последующие расчеты.

Разумеется, выбрав ближайший подходящий тип локомотива, следует рассчитать соответствующий ему состав, т. е. стремиться обеспечить максимальную вывозку груза за один рейс. Фактический состав $n_ф$ должен быть обязательно не менее расчетного:

$$n_ф \geqslant n. \qquad (6)$$

3. Число рабочих локомотивов

Полное время одного цикла каждого рабочего локомотива сложится в общем виде из следующих основных величин:

1) время погрузки состава

$$t_п = (t' + t'')n, \qquad (7)$$

где t' — время погрузки одной вагонетки, определяемое производительностью осуществляющего погрузку механизма (конвейер, скрепер, погрузочная машина, люковой затвор и т. п.);

t'' — время передвижки состава на длину одной вагонетки (обычно принимается в пределах 8—12 сек.);

2) суммарное время маневров на погрузочной площадке $\Sigma t'_м$, определяемое путевой схемой точно так же, как и для приемной станции (см. выше);

3) время движения, которое для предварительных подсчетов может быть найдено, как

$$t_{дв} = \frac{2L}{v_{дл}} \text{ сек.}, \tag{8}$$

где L — расстояние откатки, *м* (при переменном расстоянии расчет следует вести на максимальную проектную величину L);

$v_{дл}$ — скорость откатки, *м/сек* (соответствующая длительному режиму двигателей локомотива);

4) определенное ранее суммарное время маневров на путях приемной станции:

$$kt_{мин} = T \text{ сек.}$$

Тогда полное время цикла t в общем виде:

$$t = t_{п} + \Sigma t'_{м} + t_{дв} + T \text{ сек.} \tag{9}$$

Последняя формула может принять несколько иной вид при разделении маневровой и откаточной службы локомотивов с целью повышения производительности откатки. В этом случае:

$$t' = \Sigma t'_{м} + t_{дв} + T. \tag{10}$$

Для дальнейшего уменьшения времени цикла t также имеется ряд способов: 1) упрощение и рационализация схем погрузочных и приемных площадок, механизация приемо-отправительных пунктов; 2) увеличение эксплоатационной скорости откатки.

Времени цикла t соответствует часовое число рейсов одного локомотива:

$$a = \frac{3600}{t}; \tag{11}$$

при этом будет обеспечена вывозка одним локомотивом в час:

$$Q'_{час} = anq \ т/час, \tag{12}$$

а общая вывозка по шахте при одновременной работе z локомотивов:

$$zQ'_{час} = zanq = Q \ т/час. \tag{13}$$

Отсюда потребное число локомотивов:

$$z = \frac{Q}{anq} = \frac{Qt}{3600\,nq}. \tag{14}$$

Последняя формула может быть развита для практического использования в конкретных случаях:

1) для локомотивов, выполняющих все операции по передвижению вагонеток под погрузкой, по маневрированию на приемной станции и по магистральной откатке:

$$z = \frac{Q\left[(t' + t'')\,n + \Sigma t'_{м} + \frac{2L}{v_{дл}} + T\right]}{3600\,nq}; \tag{15}$$

2) для локомотивов, осуществляющих маневровые операции и магистральную откатку

$$z = \frac{Q\left(\Sigma t'_{м} + \frac{2L}{v_{дл}} + T\right)}{3600\,nq}; \tag{16}$$

3) для локомотивов, работающих только на магистральном транспорте, формула останется той же, но время маневров $\Sigma t'_м$ и T резко уменьшится; естественно, при этом уменьшится и требующееся число рабочих локомотивов.

4. Понятие о прицепном парке вагонеток

В заключение следует указать на еще один удобный расчетный прием. Формулу (14) можно написать в таком виде:

$$zn = \frac{Qt}{3600\,q}. \qquad (17)$$

Величина zn — произведение числа рабочих локомотивов на величину расчетного состава — может быть названа прицепным парком шахтных вагонеток, ибо соответствует числу вагонеток, которые в данный момент должны быть прицеплены к локомотивам.

Эта величина может быть найдена по формуле (17) прямой подстановкой с предварительным определением времени цикла t. Рассматривая величину zn, можно методом подбора в соответствии с характеристиками типовых локомотивов одновременно выбрать для данной схемы откатки и число локомотивов, и соответствующее ему число вагонеток в составе. За этим последуют проверка сцепного веса и тяговые расчеты локомотивной откатки, детально изложенные в специальных пособиях [1].

Пример. Для пояснения изложенного ниже приводится численный пример. Пусть необходимо определить состав поезда и количество локомотивов для следующих данных:

часовая добыча шахты (плановая) Q, *т/час*	70
вагонетка — однотонная q, *т*	1
расстояние откатки L, *м*	1100
время маневров в рудничном дворе $\Sigma t_м$, мин	12
„ „ на погрузочной станции $\Sigma t'_м$, мин . .	6

Локомотив производит маневровые и откаточные операции.

Расчет

1. Оптимальный интервал:

$$T = k\,\Sigma t_м = 1{,}35 \cdot 12 = 16{,}2 \text{ мин.} = 980 \text{ сек.}$$

2. Число вагонеток в составе [формула (5)]:

$$n = \frac{70 \cdot 980}{3600 \cdot 1} = 19{,}1,$$

т. е. 20 вагонеток.

3. Время одного цикла t' [по формуле (10)]:

$$t = 6 \cdot 60 + \frac{2 \cdot 1100}{3} + 980 = 2060 \text{ сек.}$$

(длительная скорость откатки в соответствии в ПТЭ для предварительного расчета принята $v_{дл} = 3$ *м/сек*).

4. Число рабочих локомотивов [по формулам (14) или (16)]:

$$z = \frac{70 \cdot 2060}{3600 \cdot 20 \cdot 1} = 1{,}96 = 2 \text{ локомотива.}$$

Таким образом оказались обоснованно установленными обе искомые величины — число вагонеток в составе и число рабочих локомотивов.

[1] Например в трудах проф. Ф. Н. Шклярского, доц. С. А. Волотковского и др.

Пользуясь формулой (17), можно, не определяя величины состава, определить величину прицепного парка вагонеток, равную:

$$zn = \frac{70 \cdot 2060}{3600 \cdot 1} = 40 \text{ вагонеток},$$

т. е. можно принять:

а) один локомотив с составом 40 вагонеток или

б) два локомотива с составом по 20 вагонеток или

в) три локомотива с составом по 14 вагонеток и т. д.

Первым способом расчета установлено, что по организационным причинам возможно принять только первые два варианта, причем наилучшим явится выбор второго варианта. В случае принятия фактического состава $n_ф > n$ при том же числе локомотивов напряженность откатки, естественно, снизится.