

О РЕЖИМЕ РАБОТЫ НАВАЛОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Доц. Я. Б. Кальницкий

Последние два десятилетия являются для угольной промышленности СССР периодом напряженных и непрерывных работ в области решения проблемы комплексно-механизированной выемки угля и прежде всего — проблемы механизации навалки угля в очистных забоях.

В разработке технических методов и конструировании новых машин для этой исключительно важной цели советская горная наука и техника достигли серьезных успехов и занимают ведущее место.

Нашим конструкторам и изобретателям принадлежит неоспоримый приоритет в деле создания навалочных машин и горных комбайнов для длинных забоев, впервые в мировой практике выпускаемых и применяемых в серийном порядке. На базе накопленного опыта конструирования и эксплуатации навалочных механизмов в нашей стране стала возможной постановка и успешное разрешение в четвертой пятилетке важнейшей народнохозяйственной задачи: «...всемерно механизировать трудоемкие процессы в угольной промышленности, в частности обеспечить широкое проведение работ по механизации навалки угля...»¹.

Как специализированные навалочные машины, так и навалочные агрегаты горных комбайнов конструировались в Советском Союзе по самым разнообразным схемам. Первоначально конструкторы и машиностроители стремились к созданию машин с постоянными механическими характеристиками, рассчитанными на применение в любых горных условиях. В нашей угольной промышленности стремление к универсальности горных механизмов определило настойчивые попытки построить машину, пригодную для любых условий очистной выемки. Однако уже теперь многие конструкторы и заводы пришли к выводу о неправильности этой технической установки. Подобно тому, как в машиностроении, автостроении, моторостроении, авиации и т. п. машины одного и того же общего назначения выпускаются в десятках различных узко специализированных модификаций, — необходимо и в угольной промышленности поставить вопрос о специализации основных рабочих механизмов.

Исключительное разнообразие строения, мощности и горно-геологических условий залегания угольных пластов, различие физических свойств угля (крепости, вязкости и т. п.) безусловно определяют целесообразность выпуска серии навалочных машин каждого типа, имеющих при общем принципе работы индивидуальную техническую характеристику, специально рассчитанную на строго определенную область работы.

Каждая из этих серий должна иметь различные показатели работы: скорости, конструктивных размеров, производительности, числа

¹ «Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.», Госполитиздат, 1946, стр. 18.

и мощности двигателей и т. п. Машины, таким образом, следует специализировать не только по назначению, но и по области применения.

Однако чрезвычайное увеличение числа моделей навалочных машин, с нашей точки зрения, также нельзя считать целесообразным, так как, помимо осложнения работы заводов, оно ведет к ряду неудобств в организации электромеханической и ремонтной службы на угольной шахте. В настоящей статье мы попытаемся доказать, что решение проблемы возможно путем теоретического установления оптимального режима и области работы для каждой модели в конкретных горно-геологических условиях (при соблюдении некоторых общих принципов конструирования навалочных машин).

Рассмотрим работу в очистном забое трех основных классов современных навалочных машин, различаемых нами по принципу действия навалочного исполнительного механизма:

1. Машины с исполнительным органом поступательного движения (сдвижения), конструктивными элементами которых являются чаще всего консольно-скребковые цепи. К этой группе относятся советские машины ВПМ-1, БНУ-1, ДГИ и другие, а также навалочные агрегаты советских горных комбайнов Сердюка С-36 и С-24.

2. Машины с исполнительным органом вращательного движения (консольно-зубковая штанга), примененным в навалочных агрегатах многих советских горных комбайнов (Макарова, АМВ, АБУ-1, УК-1, ВНАТ и т. п.) и в некоторых навалочных машинах.

3. Машины с исполнительным органом сложного движения (вращение и сдвижение), рабочим аппаратом которых является рычажно-дисковый нагребающий элемент (советские машины ГН-1 и ГН-2 инж. Григорьева и др.)¹.

Представим себе непрерывную работу любой из этих машин в течение часа при скорости подачи $v_{\text{п}}$ м/сек в пласте мощностью H м. При длине фронта навалки l м, часовой объем материала, подлежащего навалке, будет:

$$Q_{\text{н}} = 3600 H l v_{\text{п}} \text{ м}^3/\text{час.}$$

Полученная формула выражает производительность машинной навалки по условиям подачи. Очевидно, эта производительность должна быть равна производительности самого исполнительного навалочного механизма $Q_{\text{н}}$. Если допустить $Q_{\text{н}} < Q_{\text{п}}$ — машина будет двигаться излишне быстро, не успевая должным образом «проработать» материал, т. е. будет оставлять в забое часть материала и испытывать постоянные перегрузки. Наоборот, если $Q_{\text{н}} > Q_{\text{п}}$ — производственная мощность навалочной машины не будет полностью использована.

Производительность навалочного механизма для трех рассматриваемых типов выразится следующим образом:

1. Для машин с исполнительным органом сдвижения:

$$Q'_{\text{н}} = 3600 \omega v_{\text{п}} \text{ м}^3/\text{час.},$$

где ω — площадь сечения струи материала, равная площади сечения скребков с учетом коэффициента наполнения²:

$$\omega = ab \Psi;$$

$v_{\text{п}}$ — скорость движения материала (скорость цепи), м/сек.

¹ Сводные технические данные по многим из этих машин можно найти в статье Б. А. Розентрера «Механизация навалки угля в длинных забоях» (Журн. «Механизация трудоемких и тяжелых работ», 1947, № 7).

² a , b — высота и ширина скребка; Ψ — коэффициент наполнения.

Следовательно, $Q'_H = 3600 ab \Psi v_H$.

2. Для машин с исполнительным органом вращения:

$$Q''_H = 3600 \omega v_{cp} m^3/час.$$

В этом случае ω — площадь сечения снимаемого слоя материала; если длину штанги (фронт погрузки) обозначим через l , диаметр штанги d , диаметр наружной окружности зубков D , получим:

$$\omega = \frac{D-d}{2} l \Psi m^2.$$

Средняя скорость снятия этого слоя:

$$v_{cp} = \frac{D+d}{4} \cdot \frac{\pi n}{30} m/сек.,$$

где n — число оборотов штанги в минуту.

Следовательно,

$$Q''_H = 3600 \frac{(D-d)(D+d)}{2 \cdot 120} l \pi n \Psi = 15 (D^2 - d^2) l \pi \Psi m^3/час.$$

3. Для машин с исполнительным органом сложного движения:

$$Q'''_H = 60 q m m^3/сек.,$$

где q — объем материала, нагребаемого скребком за один ход;

m — число ходов каждого рычага в минуту.

Следовательно,

$$Q'''_H = 60 abc \Psi m m^3/час.^1$$

Установленное выше условие нормальной работы навалочной машины, очевидно, для любого из типов машин можно написать:

$$1) Q_H = Q'_H;$$

$$2) Q_H = Q''_H;$$

$$3) Q_H = Q'''_H.$$

Подставляя соответствующие значения Q_H и Q'_H , найдем математические выражения условия оптимального режима работы навалочных машин:

1. Для машин с исполнительным органом сдвижения:

$$3600 H l v_H = 3600 ab \Psi v_H$$

или

$$v_H = \frac{ab \Psi v_H}{H l} m/сек.$$

2. Для машин с исполнительным органом вращения:

$$3600 H l v_H = 15 (D^2 - d^2) l \pi n \Psi,$$

или

$$v_H = \frac{(D^2 - d^2) \pi \Psi n}{240 H} m/сек.$$

3. Для машин с исполнительным органом сложного движения:

$$3600 H l v_H = 60 abc \Psi m,$$

или

$$v_H = \frac{abc \Psi m}{60 H l} m/сек.$$

¹ a, b — высота и ширина скребка; c — расстояние между скребками, m .

Рассматривая выведенные формулы, заметим, что для любой данной конструкции машины:

$$1) \quad \frac{ab}{l} = \text{const} = A;$$

$$2) \quad \frac{(D^2 - d^2) \pi}{240} = \text{const} = B;$$

$$3) \quad \frac{abc}{60l} = \text{const} = C.$$

Таким образом, полученные формулы можно написать, условно полагая коэффициент заполнения всюду $\Psi = 1$, в следующем виде.

1. Для машин с исполнительным органом сдвижения:

$$v_{\Pi} = \frac{Av_{\Pi}}{H} \text{ м/сек.}$$

2. Для машин с исполнительным органом вращения:

$$v_{\Pi} = \frac{Bn}{H} \text{ м/сек.}$$

3. Для машин с исполнительным органом сложного движения:

$$v_{\Pi} = \frac{Cm}{H} \text{ м/сек.}$$

Следовательно, при данных конструктивных размерах машины, при постоянной скорости исполнительного навалочного механизма (v_{Π} , n , m) скорость подачи v_{Π} оказывается прежде всего функцией мощности пласта H .

Анализ результатов работы навалочных механизмов различных типов показывает, что наилучшие результаты получаются только при строгом соответствии величин скоростей подачи и навалки для данных горно-геологических условий (мощность пласта H).

Отсюда необходимо сделать весьма существенные выводы:

1. В навалочных машинах всех типов должно быть предусмотрено плавное регулирование скорости подачи или скорости исполнительного органа.

2. Поскольку скорость исполнительного органа навалочных устройств обычно подбирается в соответствии с общими правилами проектирования транспортных механизмов и определяет величину динамических усилий, размеры редуктора навалочной части и т. п., регулировать эту скорость затруднительно. Машины с постоянной величиной скорости навалки конструктивно проще, прочнее и надежнее.

3. Поэтому наиболее правильно регулировать скорость подачи навалочных машин¹, выполняя ведущую часть так, чтобы обеспечить практически плавное регулирование в пределах от нуля до максимальной величины скорости, рассчитанной для пластов минимальной рабочей мощности.

4. Наличие плавного регулирования скорости подачи (конструктивно для этой цели можно применять пульсирующую подачу, гидромурфты, контроллерное управление и т. п.) обеспечит возможность точно фиксировать оптимальный режим работы любой данной модели горного комбайна или навалочной машины в конкретных горных условиях и обеспечить высокую производительность машины при резком снижении аварийности и задержек в работе. Подбор скоростей для оптимального режима может производиться по выведенным выше формулам.

¹ Это относится и к горным комбайнам.