

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ВРУБОВЫХ МАШИН НА ШАХТАХ, ДОБЫВАЮЩИХ ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

Доц. Г. Г. Гросберг

За последние годы добыча горючих сланцев в Советском Союзе значительно возросла. Темпы развития сланцедобывающей промышленности значительно превосходят темпы развития угольной промышленности.

В директивах XIX съезда КПСС по пятому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1951—1955 гг. указано: «...увеличить производство сланцев в 2,3 раза, особенно в Эстонской ССР».

Такое бурное развитие сланцедобывающей промышленности возможно лишь на базе высшей техники.

Сланцевые шахты оснащаются современными мощными машинами и механизмами. Однако используется эта техника еще недостаточно эффективно, что объясняется, главным образом, недостаточной изученностью процессов работы горных машин в специфических условиях сланцевых шахт. Имеется большое число исследований по резанию углей, но совершенно отсутствуют какие-либо работы по резанию горючих сланцев.

Приводимые в настоящей статье материалы основаны на экспериментальных исследованиях зарубки по горючим сланцам. Исследования проводились в течение нескольких лет на шахтах Ленинградсланца и в лабораториях Ленинградского горного института. Опыты производились без самопишущих инструментов, применялся лишь комплект малогабаритных электроизмерительных приборов, что несколько уменьшило точность отсчетов (в пределах 5—7%).

В процессе экспериментов производились зарубки по различным слоям горючих сланцев и прослойку известняка. Зарубка по прослойку известняка, крепость которого значительно выше крепости сланца (по шкале М. М. Протодяконова крепость сланца 3—4, известняка 5—6), была вызвана необходимостью снижения выхода мелких сортов сланца. При зарубке весь IV слой сланца (рис. 1) превращался в штыб.

Однако зарубка по прослойку известняка связана с рядом трудностей. При опытных зарубках из-за высокой крепости известняка удельный расход зубков «Урал», армированных металлокерамическим твердым сплавом, составлял 1—2 шт/м^2 , что в 10—40 раз выше удельного расхода тех же зубков в условиях зарубки по IV слою сланца.

Благодаря незначительной мощности прослойка известняка и его почти полному вырезыванию при зарубке, бар врубовой машины стремился уйти в более мягкие слои сланца (III или IV рабочий слой).

Опытные зарубки по известняку показали, что врубовая машина сильно отходит от забоя даже при незатупленных зубках. Это объяс-

няется, главным образом, наличием реакции на холостой ветви режущей цепи, что связано с некоторым оседанием пласта после зарубки и обваливанием кусков породы на холостую ветвь режущей цепи, а также искривлением зарубной щели, вследствие увода бара вверх или вниз. Последнее, в свою очередь, вызывает добавочное резание зубками холостой ветви режущей цепи.

Неоднократный разрыв стального каната диаметром 19 мм указывает на чрезмерную нагрузку врубовой машины, особенно ощутимую при первоначальной заводке бара, когда скорость подачи на конце бара, где имеется наибольший радиус поворота, значительно превосходила нормальную. В этом случае потребляемая из сети мощность в среднем была на 20—40 % выше, чем при зарубке по IV слою сланца.

Зарубка по горючим сланцам осуществлялась, главным образом, по IV рабочему слою, но из-за гидрогеологических условий местами по III слою сланца.

Как показали первоначальные наблюдения, врубовая машина КМП-1 работает с перегрузкой, что приводит к частому выходу электродвигателя из строя. Эта ненормальность режима работы врубовой машины исследовалась с целью выявления более рациональных способов резания горючих сланцев и определения оптимальных режимов работы самой машины.

Фактический удельный расход режущих зубков, определенный опытными зарубками по III и IV слоям сланца, оказался в 2—3 раза больше установленной нормы (расход зубков «Урал» при зарубке по IV слою сланца составлял 0,05—0,09 шт/м²).

Экспериментальными исследованиями зарубок по III и IV слоям сланца и прослойку известняка с замером мощности, потребляемой из сети, был энергетически оценен процесс зарубки. По методике, разработанной лабораторией резания ВУГИ, были определены коэффициенты «энергетической» крепости этих слоев. Такие коэффициенты, не являясь количественными показателями крепости, дают качественную характеристику зарубаемых пластов, т. е. определяют их относительную «зарубаемость», и сравнимы между собой.

Энергетический показатель крепости удобен тем, что он включает все факторы, оказывающие воздействие на процесс зарубки. При этом электродвигатель является тем суммирующим прибором, который учитывает все эти факторы, а пылевой остаток штыба, полученный путем ситового анализа, характеризует режим работы машины.

Крепость III рабочего слоя сланца определяется коэффициентом «энергетической» крепости $C_1 = 0,286$, для IV рабочего слоя $C_2 = 0,7$, а для прослойки известняка, расположенного между III и IV слоями сланца, $C_3 = 1,12$ (рис. 2).

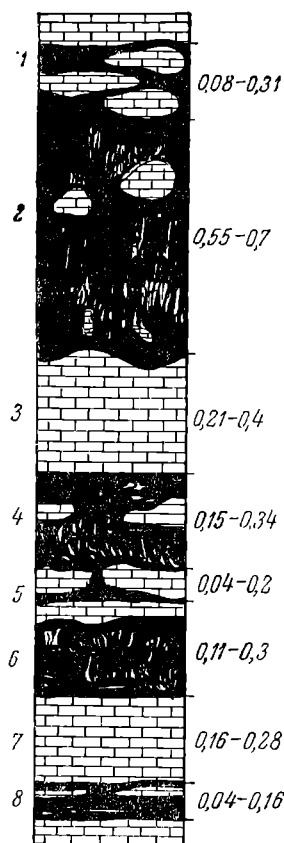


Рис. 1 Разрез промышленной пачки горючих сланцев: 1 — ложная кровля; 2 — I рабочий слой сланца; 3 — известняк «плита»; 4 — II рабочий слой сланца; 5 — известняк «кулак»; 6 — III рабочий слой сланца; 7 — известняк; 8 — IV рабочий слой сланца

Следовательно, при данном режиме работы крепость IV рабочего слоя сланца в 2,45 раза выше III рабочего слоя, а крепость известняка в 1,6 раза больше крепости IV рабочего слоя сланца.

Учитывая разнообразие типов режущих зубков, применяемых для зарубки по горючим сланцам, были проведены сравнительные испытания

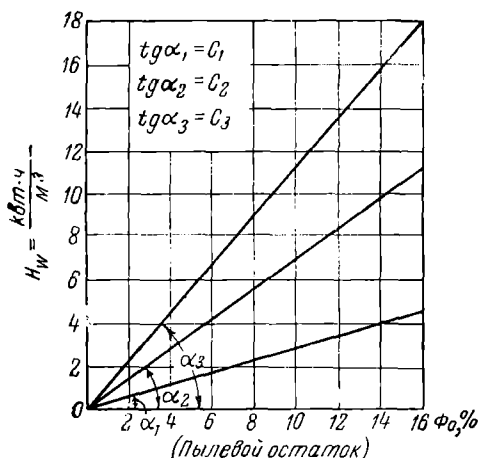


Рис. 2. Зависимость между удельной энергзатратой и пылевым остатком штыба

и с нависающей пластинкой. У этих зубков, в отличие от нормальных, пластинка металлокерамического твердого сплава выступает с каждой стороны на 1 мм, без заточки твердого сплава заподлицо с телом

различных типов зубков. При этом наилучшие результаты были достигнуты при применении зубков КМЗ-1, средний удельный расход которых оказался на 28% ниже наиболее распространенных в сланцевых шахтах зубков «Урал». Боковые грани зубка «Урал» быстро изнашиваются из-за высокой абразивности горючих сланцев, что приводит к обнажению, а затем и утере незащищенного ядра металлокерамического твердого сплава (рис. 3).

Одновременно со снижением удельного расхода зубков понизилась и потребляемая из сети мощность (приблизительно на 10%). При этом повышенное самозатягивание врубной машины углубило вруб в среднем на 5%.

Испытаниям были подвергнуты зубки КМЗ-1 в нормальном исполнении

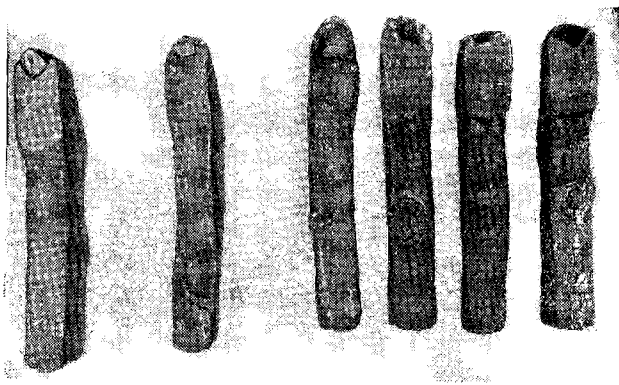


Рис. 3. Изношенные зубки «Урал»

зубка. Изготовление таких зубков экономичнее нормальных. Опытная партия таких зубков была выпущена Краснолучским машиностроительным заводом (рис. 4). Опытами установлено, что при отсутствии твердых включений (линии резания, соответствующие наименьшему скоплению включений известняка) они не уступают зубкам КМЗ-1 в нормальном исполнении.

Определение расхода режущих зубков по отдельным линиям резания показало, что в данных условиях наибольшему износу подвергаются

верхние зубки 10- и 20-градусного положения, на которые падает 81% всех замененных зубков (рис. 5). Последнее объясняется наличием в этой зоне зарубной щели наибольшего скопления твердых включений извест-

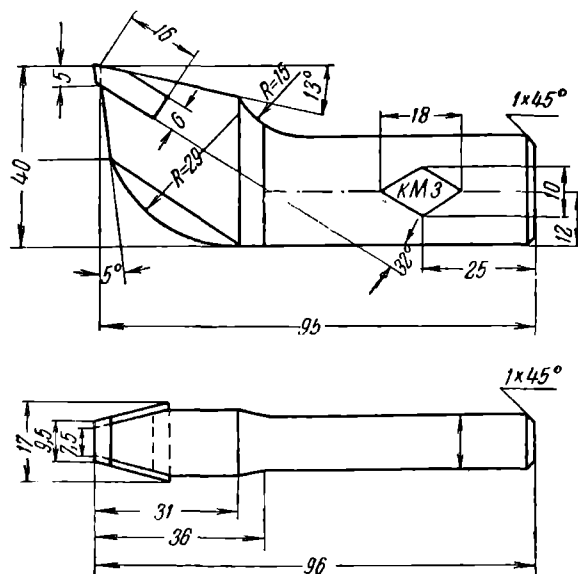


Рис. 4. Зубок КМЗ-1 с нависающей пластинкой

няка, вредно отражающихся на стойкости хрупких металлокерамических твердых сплавов, которыми армируются режущие зубки.

Специальный набор режущей цепи с увеличенным количеством режущих зубков в зоне наибольшего расхода и соответствующим разрежением в линиях резания, наименее подвергающихся износу, показал, что потребляемая из сети мощность снизилась в среднем на 10%. При этом расход зубков по линиям резания подтвердил, что даже при таком перераспределении нагрузок на режущие зубки наиболее уязвимыми оказались зубки, расположенные между 10- и 20-градусными зубками верхнего положения, в то время, как остальные разреженные зубки были такими же стойкими, как и прежде.

Исследование характера износа свидетельствует о том, что наиболее частой причиной выхода режущих зубков из строя является выкрашивание или поломка твердого сплава и изгиб стержней зубков (как в продольном, так и в поперечном направлении), что свидетельствует о недо-

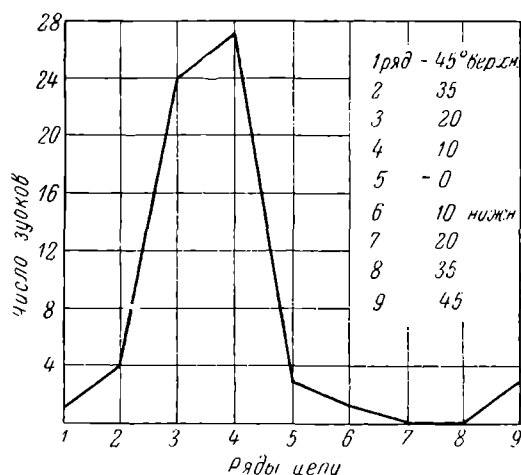


Рис. 5. График расхода зубков различных положений (по рядам режущей цепи)

статочной вязкости применяемых металлокерамических твердых сплавов и малой прочности стержней зубков (рис. 6, 7).

В результате экспериментальных исследований были получены также данные, характеризующие зависимость потребляемой из сети мощности и удельной энергозатраты от различных режимов и условий работы врубовой машины.

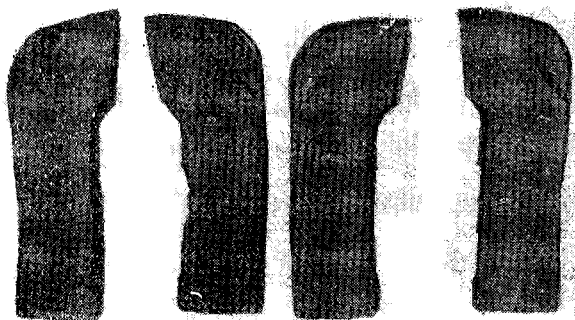


Рис. 6. Износ и продольный изгиб зубков «Урал»

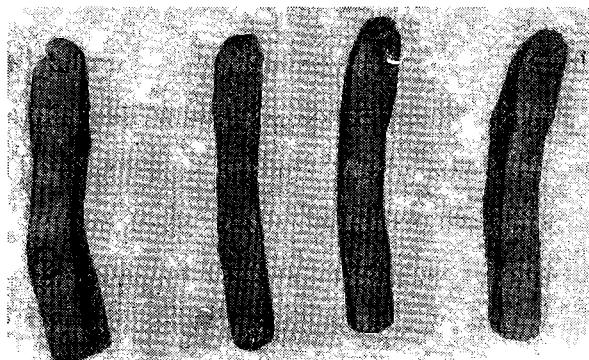


Рис. 7. Износ и поперечный изгиб зубков «Урал»

Зависимость между потребляемой из сети мощностью W_c и скоростью подачи V_n оказалась прямолинейной. Для условий зарубки по IV слою сланца врубовой машиной МВ-60

$$W_c = 25 + 45V_n.$$

Для условий зарубки сланца той же машиной, но с баром от врубовой машины КМП-1 (специально переделанным) по IV слою

$$W_c = 13 + 48V_n,$$

по III слою

$$W_c = 12 + 30V_n.$$

Для условий зарубки по IV слою сланца врубовой машиной КМП-1

$$W_c = 6 + 65V_n.$$

Соответствующие этим же условиям зависимости удельных энергозатрат H_w от скорости подачи V_n выражаются дробно-линейными функциями

$$H_w = \frac{25 + 45V_n}{15,12V_n},$$

$$H_w = \frac{13 + 48V_n}{15,12V_n},$$

$$H_w = \frac{12 + 30V_n}{15,12V_n},$$

$$H_w = \frac{6 + 65V_n}{15,12V_n}$$

Зависимость между потребляемой из сети мощностью W_c и глубиной вруба K прямолинейна и для средних условий зарубки

$$W_c = 7 + 17,8K.$$

Соответственно зависимость между удельными энергозатратами H_w и глубиной вруба K выражается дробно-линейной функцией

$$H_w = \frac{7 + 17,8K}{4,2K}$$

При зарубке на пониженной скорости резания (1,07 м/сек), потребляемая из сети мощность уменьшилась на 15—20%. Однако уменьшение скорости резания значительно ухудшило режим выноса штыба из зарубной щели, что свидетельствует о необходимости повышения эффективности расштыбовки, значение которой в данных условиях значительно повышается.

Хронометражные наблюдения за работой врубовой машины при полной нагрузке электродвигателя (нагрев корпуса электродвигателя до 80—100°) позволили определить среднюю продолжительность включения (ПВ, %), весьма важную для выбора оптимального режима работы врубовой машины.

Фактическая продолжительность включения ПВ = 55%. При этом коэффициент использования врубовой машины по машинному времени зарубки составляет 0,325.

Исходя из этого, для условий зарубки по IV слою сланца при работе врубовой машины КМП-1 оптимальной оказалась скорость подачи $V_n = 0,5$ м/мин.

Выводы

1. В целях улучшения режима работы врубовых машин на шахтах, добывающих горючие сланцы, следует вместо наиболее распространенных зубков «Урал» с керном твердого сплава применять зубки КМЗ-1 с пластинкой твердого сплава как более стойкие и экономичные в эксплуатации.

2. Для увеличения стойкости режущих зубков металлокерамический твердый сплав ВК-8 необходимо заменить менее хрупким сплавом ВК-10—ВК-15 и усилить стержень зубка, увеличив его сечение с 12×25 до 16×32 мм.

3. Применение зубков КМЗ-1 с нависающей пластинкой, менее трудоемких в изготовлении, а следовательно, экономически более выгодных, возможно лишь при отсутствии твердых включений.

4. Схема набора режущей цепи должна соответствовать распределению твердых включений в зарубной щели. Так, например, для зарубки по IV слою в условиях Ленинградсланца должны быть сгущены зубки 10- и 20-градусного верхнего положения. Для этих условий рекомендуется схема набора 9-линейной режущей цепи (рис. 8) и, что еще более рационально, 11-линейной режущей цепи (рис. 9), дополненной специально изготовленными кулачками 7- и 14-градусного положения.

5. Мощность, потребляемая из сети, находится в прямолинейной зависимости от скорости подачи, допустимая же нагрузка электродвигателя зависит от продолжительности его включения. Исходя из этого, для зарубки по IV слою врубной машиной КМП-1, в условиях Ленинград-сланца, где по средним хронометражным наблюдениям $PB = 55\%$, оптимальной является $V_{II} = 0,5 \text{ м/мин.}$ При этом потребляемая из сети мощность равна 37 кВт , что для продолжительности включения 55% будет являться нормальным.

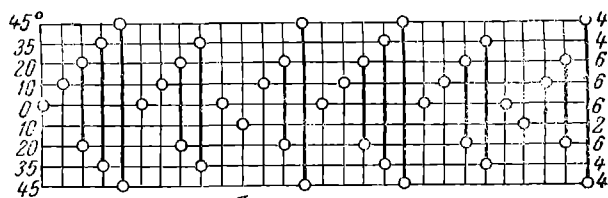


Рис. 8. Схема набора 9-линейной режущей цепи

6. Как теоретические, так и экспериментальные исследования показали, что для тех же условий оптимальной следует считать скорость резания $V_p = 1,6 \text{ м/сек.}$ Такая скорость может быть легко получена простой заменой пары шестерен редуктора режущей части (шестерни $z_1 = 20$ и $z_2 = 25$ следует заменить шестернями $z_1' = 17$ и $z_2' = 28$)

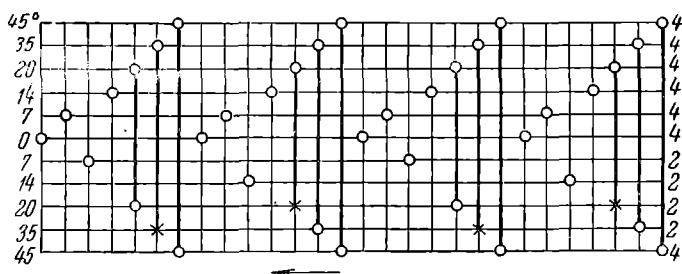


Рис. 9. Схема набора 11-линейной режущей цепи

7. Использование прослойка известняка, расположенного между III и IV рабочими слоями сланца, в качестве зарубного пояса нерационально, так как вызывает чрезмерный расход зубков (на 1 м^2 зарубки расходуется 1—2 зубка, армированных металлокерамическим твердым сплавом) и высокую энергоемкость (коэффициент «энергетической» крепости известняка в 1,6 раза выше, чем у IV слоя сланца). Однако опытные зарубки по известняку следует продолжить с целью выявления возможности снижения удельного расхода режущих зубков, уменьшения отхода машины от груди забоя, уменьшения нагрузки на электродвигатель и т. д. При этом следует испытать возможность применения пони-
зителей твердости.

Поступило 31. XII. 1953 г.