

отримані на експериментальних дослідженнях в конкретних технологічних умовах. На наш погляд, цікавим може бути використання нелінійного рівняння для неньютоновської рідини, течія якої описується рівнянням Бінгама-Шведова: $\tau = \tau_0 + \eta(\partial v / \partial h)$, де τ_0 і τ - початкове і текуче динамічні напруження зсуву відповідно; η - коефіцієнт в'язкості; $\partial v / \partial h$ - градієнт швидкості металу по нормалі к потоку.

Але в реальних умовах технологічного процесу неможливо адекватно і точно врахувати всю доступну вихідну інформацію, що створює необхідність використовувати методи чисельного моделювання. Актуальним для теорії ОМТ є питання комплексного впровадження теоретичних досліджень при практичному вирішенні конкретних технологічних завдань. Використання ймовірнісних та статистичних методів дозволяє отримати більш достовірну оцінку відповідних процесів ОМТ, що досягається відповідною обробкою вихідної інформації.

Головна перевага числових комп'ютерних методів у їх гнучкості до варіацій вихідної інформації і можливості швидкого виконання аналізу впливу різноманітних визначальних змінних параметрів на механічні властивості та геометрію металу при його обробці [4,5].

До основних недоліків цих методів слід віднести ту обставину, що вони вимагають наявності важкоодержуваної і (або) невизначеної інформації (наприклад, про фізико-механічні властивості металу, критерії руйнування, різні коефіцієнти та ін.). Стандартні програмні комплекси дозволяють вирішувати завдання лише в загальному вигляді; урахування специфіки конкретного технологічного, або фізико-механічного процесу потребує значних доробок програмного забезпечення.

Висновки і напрямок подальших досліджень. При аналізі науково-дослідних праць стосовно питань розвитку теорії та методів моделювання процесів ОМТ можна зробити висновок, що найближчим часом існуючі теоретичні основи пластичної формозміни металу принципів змін не перетерплять. У подальших дослідженнях будемо розглядати безперервне гаряче прокатування, для якого, як показує аналіз, найбільш важливими факторами, що визначають геометрію і механічні властивості вихідного продукту є нерівномірність опору металу обтисненню по ширині валків і по довжині смуги. Перспективним напрямком, на думку авторів, є використання числових методів моделювання при аналітичному дослідженні процесів ОМТ, коли основні параметри процесу, граничні умови і механічні властивості металу мають чітко виражений ймовірнісний характер.

Список літератури

1. Бэкофен В. Процессы деформации.- М.: Металлургия, 1977. - 288 с.
 2. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. - Учебн. пособие для вузов.- М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
 3. Грудев А.П.. Теория прокатки: учебник для вузов. - М. Металлургия, 1988. - 240 с..
 4. Липовик В.В., Максимов О.В., Коломойцева Л.В. Теория ймовірностей. - Кривий Ріг, Видавничий дім, 2007 – 247 с.
 5. Клименко В.М., Онищенко А.М. Кинематика и динамика процессов прокатки. - М.: Металлургия, 1984. – 232 с.
 6. Прокатное производство. - Учебн. для вузов. - 3-е изд. // П.И. Полухин, Н.М. Федосов, А.А. Королев, Ю.М. Матвеев.: Металлургия, 1982. - 695 с.
- Рукопис подано до редакції 12.12.11

УДК 622-233

Л.А. БУГАЙ, ст.препод., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА АБРАЗИВНОЙ ЗАТОЧКИ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Предложены методы повышения эксплуатационных характеристик режущих кромок бурового инструмента.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданими. В горно-добывающей промышленности при выработке сырья широко используют буровой инструмент, который работает в жестких условиях эксплуатации. Производительность и надежность горных машин, комплексов, агрегатов невозможны без создания и применения высокоэффективных горных инструментов, поскольку они непосредственно определяют характер взаимодействия машин с забоем. Ресурс работы бурового инструмента зависит от качества заточки режущих кромок. Поэтому проведение работ по повышению качества заточки горного инструмента есть актуальным.

Анализ исследований и публикаций. Восстановление на инструменте заданных геометрических параметров режущей части и его режущих свойств, утраченных в результате износа и затупления, осуществляется путем заточки и доводки. Качественные и своевременные заточка и доводка инструмента позволяют не только восстановить его геометрические параметры, но способствуют улучшению качества режущих кромок, повышению производительности труда рабочих основного производства, сокращению расхода инструмента, ритмичной и бесперебойной работе.

В лабораториях Братского государственного университета проводились исследования по изучению влияния абразивной заточки шлифовальных кругов на эксплуатационные свойства режущих кромок инструмента оснащенным металлокерамическим твердым сплавом ВК8 вольфрамкобальтовой группы [4].

По структуре эти сплавы бывают: мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые. В горной инструментальной промышленности широкое применение получили средне- и крупнозернистые сплавы, а мелкозернистые сплавы вследствие недостаточной прочности не используют.

В производственных условиях технология затачивания инструмента, оснащенного твердыми сплавами вольфрамкобальтовой группы, предусматривает использовать в качестве инструмента на черновых заточных операциях круги из карбида кремния черного или зеленого. А на доводочных операциях - алмазные круги на органических связках.

Исследования показали, что применение такой технологии для получения инструмента с качественно подготовленным режущим лезвием и поверхностями является нецелесообразным, поскольку круги из карбида кремния, которые рекомендуются для затачивания инструмента, оснащенного твердым сплавом, значительно увеличивают температуру обрабатываемой поверхности, наносят серьезные дефекты инструментальному материалу в виде сколов, макро- и микротрещин. При заточке твердого сплава ВК8 шлифовальными кругами из карбида кремния черного и зеленого, а также алмазные круги на органических связках выявили дефекты на поверхностях режущих кромок инструмента. Эти дефекты на рабочих поверхностях инструмента слабо прослеживаются невооруженным глазом, которые показаны на рис. 1а, однако при более детальном изучении они четко видны на рис. 1б,в.

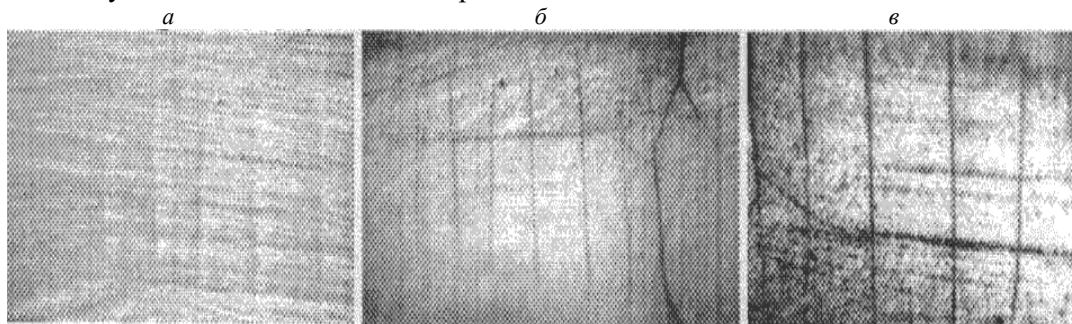


Рис. 1. Поверхность твердого сплава ВК8 после затачивания кругом из карбида кремния зеленого: а - внешний вид (увеличение $\times 10$); б - шлиф после травления (увеличение $\times 10$); в - шлиф после травления (увеличение $\times 15$)

Наличие таких дефектов на заточенных поверхностях может в дальнейшем привести к разрушению твердого сплава, появлению сколов и выходу инструмента из строя. Кроме того, при работе кругами из карбида кремния отмечается большой расход абразивного инструмента и низкая производительность. Круги изнашиваются крайне неравномерно, быстро теряют геометрическую форму профиля, поэтому использование при затачивании абразивных кругов из синтетических алмазов позволяет частично решить эти проблемы. На практике нашли применение алмазные круги с керамической и органической связками. Но в силу особых свойств этих связок, такие круги также интенсивно и неравномерно изнашиваются. Такие круги нашли широкое применение при доводке твердосплавных инструментов. Круги на металлической связке обладают высокой теплопроводностью и технологической стойкостью. Однако они пока не нашли широкого применения в промышленности из-за склонности к засаливанию поверхности алмазного круга и потери режущих способностей.

Заточные операции по заточке горного инструмента на предприятиях горной промышленности выполняются на точильно-шлифовальных станках простейшей конструкции. На этих станках отсутствуют устройства для автоматизации заточки горного инструмента и заточка производится вручную. Методы заточки горного инструмента влияют на их эксплуатационные

характеристики. Для усовершенствования процесса ручной абразивной заточки бурового инструмента лабораторией механизации Горного управления Кузнецкого металлургического комбината был сконструирован и опробован на Абаканском руднике заточной станок-полуавтомат СЗ-1, который показан на рис. 2 [4]. Станок состоит из станины 1, барабана-кассеты 2, абразивных кругов 3, системы настройки 4, привода 5 и системы подачи охлаждающей жидкости 6. За одну установку в станке в гнезда барабана-кассеты можно установить до 18 коронок. Работает станок следующим образом. В гнезда барабана-кассеты 2 вставляются последовательно от 16 до 18 коронок 7 лезвием наружу. Коронки закрепляются зажимными болтами, головки которых расположены на верхней горизонтальной плоскости барабана-кассеты. Приводом 5 два абразивных круга через клиноремennую передачу включаются в работу.

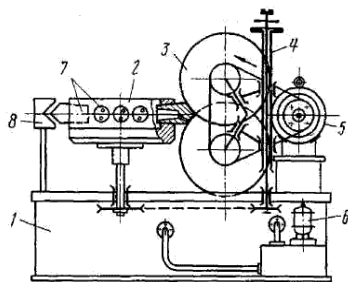


Рис. 2. Схема заточного станка-полуавтомата СЗ-1

С помощью системы настройки 4 устанавливаются соответствующая подача и угол заточки коронок. Затем поворотом маховика, предусмотренного в системе подачи, производится поворот барабана-кассеты 2 с коронками. Коронки, проходя при вращении через абразивные круги 3, затачиваются. При этом съем металла строго регламентирован. Угол заточки проверяется по копиру 8. В зону заточки подается вода с помощью насосной станции 6. За смену можно обработать до 500 буровых коронок. При этом качество обработки значительно выше, чем при ручной обработке. Качество механизированной заточки существенно отражается на работоспособности и стойкости бурового инструмента. Это было проведено путем сравнительных испытаний двух партий по (200 штук) буровых коронок БКПМ-40 при бурении шпуров перфораторами ПР-30к по руде крепостью 12-14 по Протодьяконову. Испытаниями установлено, что после ручной заточки буровые коронки проходят до затупления 3,5 м, после машинной - 4 м. При этом у 20 % коронок, заточенных вручную, наблюдалось преждевременное разрушение сплава. Коронки, заточенные механизированным способом, использовали до полной амортизации до 5 переточек. Чистота заточки коронок оказывает большое влияние на число метров, пробуренных до затупления, которая показана на рис.3.

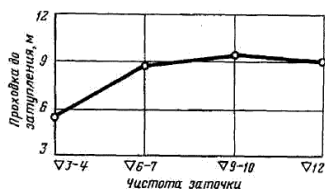


Рис. 3. Влияние чистоты заточки коронок БКПМ-40 на проходку до затупления

Из графика следует, что максимально возможный ресурс проходки коронки в метрах возможен при чистоте заточки поверхности не ниже Ra 1,6-Ra 0,8. Это является критическим значением, так как дальнейшее повышение чистоты заточки поверхности не оказывает существенного влияния на увеличение проходки.

Постановка задания. На основе анализа было выявлено, что заточка абразивными кругами повышает температуру обрабатываемой поверхности, что вызывает дефекты на заточенных поверхностях горного инструмента, а также может привести к разрушению твердого сплава, появлению сколов и выходу инструмента из строя. Вследствие равномерной нагрузки при заточке и контроля геометрических параметров по копиру, машинная заточка повышает эксплуатационные характеристики режущих кромок горного инструмента.

Изложение материала и его результаты. Процесс заточки горного инструмента на точно-шлифовальных станках полностью зависит от нагрузки, которую прикладывает к горному инструменту заточник. Чрезмерное увеличение нагрузки при прижиме резца к кругу может привести к появлению прижогов и трещин в поверхностном слое резца. Неточное соблюдение правил установки резца приводит к погрешностям при заточке углов и их качества.

Процесс взаимодействия абразивных частиц с обрабатываемой поверхностью заготовки определяется тремя основными факторами:

источником внешнего силового воздействия;

кинематикой (перемещением, скоростью и ускорением) относительного движения абразивных частиц;

физико-химическими свойствами материалов заготовки и зерна.

В зависимости от характера и величины внешних сил, приложенных к абразивной частице, в обрабатываемом материале возникают механические деформации, которые могут быть обра-

тимыми и необратимыми. При обратимых деформациях (упругих) частицы материала после снятия внешних нагрузок возвращаются под действием внутренних сил в первоначальное состояние. При необратимых деформациях под действием внешних сил наступает либо пластическая деформация, либо хрупкое разрушение. При пластической деформации часть металла может выдавливаться в виде «навалов».

При хрупком разрушении, начиная с некоторого критического давления сжатия, вне контура контакта за счет растягивающих напряжений возникают выходящие на поверхность круговые трещины, образуя зону разрушения, которая по своим размерам значительно превосходит зону контакта зерна с материалом. При перемещении по поверхности заготовки абразивные зерна вызывают царапины и риски, в этой зоне возникают напряжения, которые превышают предел прочности обрабатываемого материала.

Следовательно, взаимодействие обрабатываемого материала с абразивными зёрнами определяется совокупностью упругих, пластических и прочностных свойств материалов, объединяемых общим термином - механические свойства. При абразивной обработке для удаления припуска материала необходимо преодолеть значительное сопротивление и затратить некоторое количество энергии, которая должна быть или накоплена абразивной частицей предварительно, или передана ей извне от источника движения с помощью среды (твёрдых или эластичных тел).

Режущая поверхность абразивного инструмента не имеет определенных геометрических параметров, присущих горному инструменту.

Пространственное расположение и распределение режущих граней и поверхностей абразивных зёрен разнообразной формы и размеров определяют существенное отличие процесса образования поверхности на заготовке при абразивной обработке от процесса резания горным инструментом. При абразивной обработке образуется большое количество очень малых по размеру стружек, ширина - в 8-15 раз больше их толщины, а длина зависит от размера зоны контакта и при шлифовании обычно менее 1-2 мм.

Стружки с обрабатываемой поверхности инструмента срезаются абразивными зёрнами, беспорядочно расположенными на рабочей поверхности круга, поэтому сечение срезаемого отдельными зёрнами металла может практически изменяться в широких пределах и приобретать разнообразные формы и размеры.

На процесс резания оказывает форма вершин зёрен, имеющих различную степень остроты (или округленности). В зависимости от радиуса округления режущих кромок абразивных зёрен, глубины их внедрения t и молекулярного взаимодействия абразивного и обрабатываемого материалов будет различным характер резания отдельными зёрнами. Если глубина внедрения режущей кромки зерна при шлифовании без охлаждения будет не меньше 0,1 радиуса округления вершины, то зерно производит микрорезание с различной формой стружек (такие зёрна условно можно называть «режущими»).

При меньшей глубине внедрения зерно будет производить пластическое оттеснение материала (подобные зёрна иногда называют «давящими»). Если же глубина внедрения зерна меньше 0,01 радиуса округления вершины, происходит упругое оттеснение материала (зёрна в этом случае условно называют «скользящими»).

Переходу от упругого деформирования к пластическому и от пластического оттеснения к микрорезанию соответствуют определенные критические нагрузки, которые показаны на рис. 4.

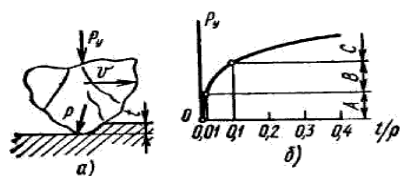


Рис. 4. Схема зоны контакта зерна с заготовкой *a* и зависимость между нагрузкой и глубиной относительного внедрения абразивного зерна *b*: А - зона упругого деформирования, В - зона пластического деформирования и оттеснения металла, С - зона микрорезания

В зоне пластического деформирования металл не отделяется от основной массы, а обтекает абразивное зерно и выдавливается в направлении, перпендикулярном скорости резания. Объем оттесненного металла, выдавленного по краям канавки, может быть значительным (до 80 % от объема канавки). При увеличении относительного внедрения зерна оттеснение материала сменяется его торможением относительно движущегося зерна, т.е. образованием стружки, которая отделяется от основного металла.

Рабочий цикл шлифования, т.е. процесс съема металла в пределах припуска, осуществляется в три этапа. С момента контакта круга с заготовкой на первом этапе происходит процесс постепенного врезания. Действительный сьем металла в этот период меньше, чем следовало бы

ожидать. Это объясняется тем, что при внедрении абразивных зерен в металл появляется сила сопротивления, которая действует на круг со стороны шлифуемой заготовки и называется радиальной силой. Время этапа врезания зависит от режима шлифования и способности системы сопротивляться силам, стремящимся ее деформировать. Под ее действием в механизмах станка происходит выбор имеющихся зазоров, люфтов и деформация некоторых деталей.

В системе станок - круг- заготовка в этот период создается натяг, с увеличением которого возрастает и съем металла. Время этапа врезания зависит от режима шлифования и способности системы сопротивляться силам, стремящимся ее деформировать, т.е., от жесткости системы. Жесткость J (Н/мм) технологической системы станка определяется отношением действующей силы P_y к величине деформации y (перемещения), вызываемой этой силой: $J=P_y/y$. После создания определенного натяга в системе устанавливается примерно постоянная интенсивность съема металла. В этот период, называемый *установившимся процессом*, толщина слоя снимаемого металла примерно соответствует по величине поперечной подаче.

В третий период шлифование проводится с уменьшенной или выключенной (нулевой) поперечной подачей. Интенсивность съема металла убывает, так как глубина врезания абразивных зерен и натяг в системе постепенно уменьшаются. В этот период, который называется зачисткой или выхаживанием, уменьшается шероховатость шлифуемой поверхности и повышается точность обработки.

Наличие высоких мгновенных температур в зоне резания приводит к изменению структуры поверхностного слоя шлифуемой заготовки, появлению тепловых деформаций заготовки, остаточных деформаций, шлифовочным прижогам и трещинам, возникающим в основном при шлифовании закаленных режущих инструментов. Структурные превращения, протекающие с различной скоростью в ранних глубинах поверхностного слоя, приводят к возникновению внутренних напряжений и появлению сетки шлифовочных трещин. Ожоги уменьшают твердость и износостойкость поверхностного слоя заготовки, то есть ухудшают его качество. Для достижения высокой производительности шлифования и качества поверхностного слоя инструмента, применяют для охлаждения заготовки смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Выводы. Повышение эксплуатационных характеристики режущих кромок бурового инструмента осуществляется путем внедрения алмазных кругов на основе керамических и органических связок. Это приведет к уменьшению дефектов, которые возникают при заточке в виде сколов, макро и минитрещин. Заточные операции, которые выполняются на точильно-шлифовальных станках, не удовлетворяют тех требований, которые предусмотрены для бурового инструмента. Процесс заточки инструмента на таких станках полностью зависит от нагрузки, которая прикладывается самим рабочим к буровому инструменту. Решить такую проблему можно при помощи механизированной заточки, которая существенно повысит эксплуатационные характеристики бурового инструмента.

Список литературы

1. Крапивин М.Г., Раков И.Я., Сысоев Н.И. Горные инструменты. - М.: Недра, 1990.- 256 с.
2. Попов С.А. Заточка и доводка режущего инструмента. - М.: Высшая школа., 1986. - 223 с.
3. Балякин В.В., Санкевич Б.К., Ефимов А.А., Ермолаев В.В., Захваткин Б.В., Чикин В.Г. / Усовершенствование технологии абразивной заточки бурового инструмента // Национальная горная академия Украины. Сборник научных трудов №9. Т. 2. - Днепропетровск, 2000.
4. Янюшкин, А.С. Технология комбинированного электроалмазного затачивания твердосплавных инструментов. - М.: Машиностроение, 2003.

Рукопись поступила в редакцию 12.12.11

УДК 622.233.4

Д.А. АРТАМОНОВА, канд. техн. наук, доц., В.П. НЕЧАЕВ, канд. техн. наук, доц.,
В.Н. КИСЕЛЕВ, аспирант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
С.Г. КАССИР, ПАО «КЗГМ»

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЕРФОРАТОРОВ УДАРНО-ПОВОРОТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Рассмотрены факторы, влияющие на долговечность отечественных переносных и телескопных перфораторов ударно-поворотного действия. Описаны основные узлы, снижающие долговечность, выявлены причины возникновения поломок, даны рекомендации по повышению производительности и долговечности перфораторов.

Ключевые слова: перфоратор, надежность, точность, эксплуатационные характеристики.