

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента **Дмитрия Игоревича ШИШЛЯННИКОВА** на диссертационную работу **Ле Тхань БИНЯ** «Повышение износостойкости рабочего инструмента гидромолотов типа *JCB* средней серии при разрушении негабаритов в условиях карьеров района Бинь Динь (социалистическая республика Вьетнам)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы и ее автореферат. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Содержание диссертации составляют 150 страниц машинописного текста, содержащего 72 рисунка, 12 таблиц, библиографический список из 101 наименования. Содержание автореферата изложено на 20 страницах машинописного текста, в составе которого 11 рисунков и 2 таблицы.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Устойчивое развитие социалистической республики Вьетнам обуславливает необходимость активного ведения дорожного, промышленного и жилого строительства. Нарастающие потребности в строительных материалах, и, прежде всего, в щебне, удовлетворяются за счет местного горного производства – небольших гранитных карьеров с производительностью до 300 тыс. тонн в год. Технология производства щебня на данных карьерах характеризуется широким использованием дробильно-размольного оборудования и гидравлических молотов для разделки негабаритов, образующихся при буровзрывном способе разрушения гранитных массивов.

139-9
21.07.20

Известно, что эффективность работы гидравлических молотов, оснащенных пиками вида «коническая кирка», снижается вследствие ударно-абразивного изнашивания. Опыт эксплуатации показывает, что долговечность пик гидравлических молотов не велика, а их расход существенно сказывается на себестоимости добычи гранитных щебеночных материалов.

В связи с указанным, тему диссертационной работы Ле Тхань Биня «Повышение износостойкости рабочего инструмента гидромолотов типа *JCB* средней серии при разрушении негабаритов в условиях карьеров района Бинь Динь (социалистическая республика Вьетнам)» следует считать актуальной, представляющей теоретический и практический интерес.

2. Научная новизна работы

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и достоверны, так как они базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных ученых в области исследований процесса разрушения горных пород ударным способом, а также на представительных результатах выполненных автором экспериментальных исследований.

Новизна научных выводов и рекомендаций заключается в определении доминирующего фактора процесса изнашивания пик гидравлических молотов при ударном внедрении в гранит. Показано, что ударно-абразивная износостойкость инструмента определяется наличием мелкодисперсных твердых включений в его поверхностном изнашиваемом слое и возрастает с увеличением их числа. Повышение абразивной стойкости пик гидромолотов обеспечивается на этапе изготовления посредством внедрения в технологический процесс производства операций обработки холодом.

3. Практическая значимость диссертационной работы

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается следующим:

– разработан стенд и проведены лабораторные экспериментальные исследования по установлению основных закономерностей процесса изнашивания ударного инструмента при его взаимодействии с породой;

– выполнена оценка влияния обработки пик холодом на ударно-абразивную износостойкость инструмента;

– разработаны рекомендации по совершенствованию технологического процесса изготовления пик гидравлических молотов, обеспечивающие образование в стали мелкодисперсных твердых включений, что способствует повышению наработки инструмента до 31 % по сравнению со штатными пиками.

Результаты исследования являются актуальными и, несомненно, найдут практическое применение на предприятиях горного машиностроения.

4. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в двух положениях, выносимых на защиту:

1. Процесс изнашивания пики при ее многократном ударном взаимодействии с разрушаемым гранитным объектом протекает в три стадии, продолжительность которых зависит от прочностных характеристик поверхностного слоя инструмента в динамических условиях нагружения, а доминирующим фактором заключительной стадии процесса является микрорезание площадки контакта пики частицами абразива разрушаемого объекта.

2. Совершенствование технологического процесса изготовления пик гидромолотов из инструментальных сталей включением в процесс их

термической обработки после операции закалки длительную обработку холодом, осуществляемую при температуре 198 К, с последующим нагревом до 473 К при отпуске, обеспечивает формирование в поверхностном слое и теле пики мелкодисперсных твердых включений, что способствует повышению наработки инструмента до 31 % по сравнению со штатной пилой.

Идея работы заключается в том, что повышение износостойкости пики гидромолота достигается формированием в структуре ее поверхностного изнашиваемого слоя мелкодисперсных особо твердых включений путем совершенствования технологического процесса изготовления пики, включающем обработку холодом непосредственно после закалки с последующим низким отпуском.

При доказательстве *первого защищаемого положения* автором, на основании результатов известных исследований и выполненных лабораторных экспериментов, разработана математическая модель внедрения ударно-скалывающего инструмента в породу, учитывающая его притупление при эксплуатации. Показано, что процесс изнашивания пики гидромолота при её внедрении в гранит протекает в три стадии, каждая из которых характеризуется заданной интенсивностью убыли массы материала породоразрушающего инструмента.

Соискателем выполнен анализ влияния степени притупления пики гидромолота на параметры удара при однократном и многократном ударном воздействии на породу. Экспериментально и расчетным путём определена зависимость суммарной глубины внедрения пики гидромолота *JCB HM380* в бетон от числа ударов в цикле. Расчетные данные совпали с экспериментально установленными с коэффициентом достоверности аппроксимации 0,97, что подтверждает высокую достоверность разработанной математической модели процесса внедрения пики в горную породу и правомочности принятых автором допущений.

Соискателем экспериментально определено, что ударно-абразивная износостойкость инструмента возрастает с увеличением прочностных показателей, использованных для его изготовления сталей. При этом отмечено, что обработка холодом приводит к повышению износостойкости инструмента из всех испытываемых сталей. В результате анализа основных факторов, определяющих интенсивность изнашивания пик гидравлических молотов при их внедрении в породу, доказано, что доминирующим фактором процесса изнашивания является микрорезание материала пики абразивными частицами.

Доказательство *второго защищаемого положения* основывается на результатах экспериментальных исследований по оценке микроструктуры конструкционных сталей, применяемых для производства породоразрушающего инструмента ударного действия. Соискателем показано, что износостойкость различных сталей зависит не только от твердости, но и от типа, объема, формы карбидов, присутствующих в структуре материала, использованного для изготовления инструмента. На основании экспериментальных исследований доказано, что износостойкость пик гидромолотов может быть существенно (от 1,2 до 2,0 раз) повышена внедрением в технологию их изготовления операций обработки холодом или криогенной обработки.

Автором предложены технические решения по совершенствованию технологического процесса изготовления пик гидромолотов *ЖСВ*. Указано, что обработку пик холодом рационально осуществлять с использованием сухого льда (температура сублимации $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$), а криогенную обработку – в криостатных камерах с использованием жидкого азота при температуре $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и цели исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором

теоретических и экспериментальных исследований. Полученные в работе результаты являются новыми и могут быть использованы при совершенствовании технологии производства породоразрушающего инструмента ударного действия.

5. Общая оценка содержания диссертации

Ле Тхань Бинь выполнил работу на актуальную тему, подтвердил широкий кругозор, хорошее знание проблемы, умение самостоятельно планировать и вести теоретические и экспериментальные исследования. Диссертация и автореферат написаны лаконично, хорошим литературным языком с корректным использованием научно-технической терминологии. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации. На все используемые литературные источники имеются ссылки.

В диссертации приведено достаточное количество иллюстративного материала, такого как рисунки, таблицы, графики, что обеспечивает наиболее полное понимание изложенной информации.

Основные положения работы были доложены на международных конференциях и симпозиумах. По результатам выполненных исследований по теме диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ, из них 3 статьи в рецензируемых научных журналах по группе научных специальностей 05.05.00 – транспортное, горное и строительное машиностроение, из перечня рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

6. Замечания по диссертационной работе

1. Во введении диссертационной работы (стр. 6) автор перечисляет ученых, внесших значительный вклад в исследования процесса разрушения горных пород ударным способом. Однако из приведенного списка в перечне

используемой литературы отсутствуют ссылки на работы Н.А. Кильчевского, И.А. Недорезова, М.И. Ровинского.

2. Традиционно структура диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук предусматривает изложение теоретических исследований и их результатов во второй главе диссертации. В третьей и, если требуется, четвертой главе приводится описание и результаты экспериментальных исследований, которые подтверждают выводы, полученные теоретическим путем. В представленной на отзыв рукописи диссертации автором сначала выполняются эксперименты, после чего под них подводится теоретический базис, что не совсем верно методологически.

3. На стр. 21 рукописи диссертации автор перечисляет преимущества машин ударного действия по сравнению с проходческими комбайнами, оснащенными исполнительными органами режущего типа. Следовало бы также подробно остановиться и на недостатках машин ударного действия. Следует пояснить, почему при ведении проходческих работ наиболее часто используются именно комбайны с режущими исполнительными органами.

4. На стр. 59 рукописи диссертации указывается, что в качестве материалов модельного инструмента (пики гидравлического молота) выбраны стали 38ХН, У8А и Х12МФ. Однако, ранее (стр. 32 рукописи) автор указывал, что высокую стойкость при ударном разрушении горных пород показывает инструмент, выполненный из стали Гадфильда 110Г13Л. Следует пояснить, почему в ходе дальнейших исследований не использованы образцы из данной стали?

5. На стр. 86, рисунок 3.6, автором приведен общий вид пики гидромолота. Информативней было бы наличие чертежа общего вида с указанием габаритных размеров.

6. Рисунки 1.24 и 4.7 (стр. 43 и 128, соответственно), дублируются. Размеры на них приведены в сантиметрах, что не принято при выполнении

схем и машиностроительных чертежей. Кроме того, следует пояснить, почему автор приводит схему наиболее целесообразной технологии разрушения негабаритов, где расстояние между местами нанесения ударов пикой гидромолота составляет 2 метра? Обеспечит ли такая схема разделки негабаритов получение кусков гранита с размерами, не превышающими 0,48 м, как то указывается на стр. 12 рукописи диссертации?

7. Отсутствуют сведения о внедрении результатов диссертационной работы и их патентной защите.

7. Заключение

Диссертационная работа Ле Тхань Биня на тему «Повышение износостойкости рабочего инструмента гидромолотов типа *JCB* средней серии при разрушении негабаритов в условиях карьеров района Бинь Динь (социалистическая республика Вьетнам)» является законченным научно-исследовательским трудом, в котором предложено научно-обоснованное техническое решение – совершенствования технологического процесса изготовления пик гидромолотов с целью повышения наработки породоразрушающего инструмента.

Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Тема диссертации соответствует пункту 6 паспорта специальности 05.05.06 – Горные машины.

Полученные результаты достоверны и обоснованны. Приведенные в настоящем отзыве замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, а имеют, главным образом, значение пожеланий по дальнейшему развитию данного исследования.

Диссертационная работа **Ле Тхань Биня** соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (утверждено

приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм),
предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает
присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.05.06 – Горные машины.

Официальный оппонент, кандидат
технических наук, доцент, доцент
кафедры «Горная электромеханика»,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»

Д.И. Шишлянников

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы,
связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дмитрий Игоревич Шишлянников

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь - ГСП,

Комсомольский проспект, д. 29

Телефон: +7 922-300-87-21, e-mail: dish844@gmail.com

Подпись официального оппонента, к.т.н., доцента, доцента кафедры
«Горная электромеханика» Шишлянникова Дмитрия Игоревича заверяю



Ученый секретарь ПНИПУ

В.И. Макарович
02.07.2020г.