Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXVII, 1981 г.

УДК 622.271.4

ПОВЫШЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ЗУБЬЕВ КОВША ЭКСКАВАТОРОВ

И.А.ЕФИМОВ, Р.Г.ЮМАЕВ

Эксплуатация карьерных экскаваторов, оснащаемых зубьями из высокомарганцовистой стали 110ГТЗЛ, на погрузке взорванных скальных пород показала сравнительно высокую стойкость зубьев (до месяца и более), что объясняется появлением значительного наклепа на их рабочих поверхностях в результате сильных ударов при зачерпывании. Экскавация мелкофракционных сыпучих материалов (песок, гравий, галька и др.) и формаций, разрушающихся резанием, происходит обычно без ударов ковша о забой, а возможные случайные удары не вызывают наклепа зубьев. В этих условиях применение стали Гадфильда (110ГТЗЛ) малоэффективно, так как износостойкость ненаклепанных зубьев оказывается низкой (HB = 1,8-2,0 ГПа), а срок службы не превышает нескольких дней. Так, например, на Кингисеппском комбинате „Фосфорит" в результате интенсивного абразивного износа расход зубьев при экскавации фосфорита экскаваторами ЭКГ-4,6 составляет два комплекта в неделю, а на некоторых участках карьера предельный износ зубьев наступает уже после двух-трех рабочих смен.

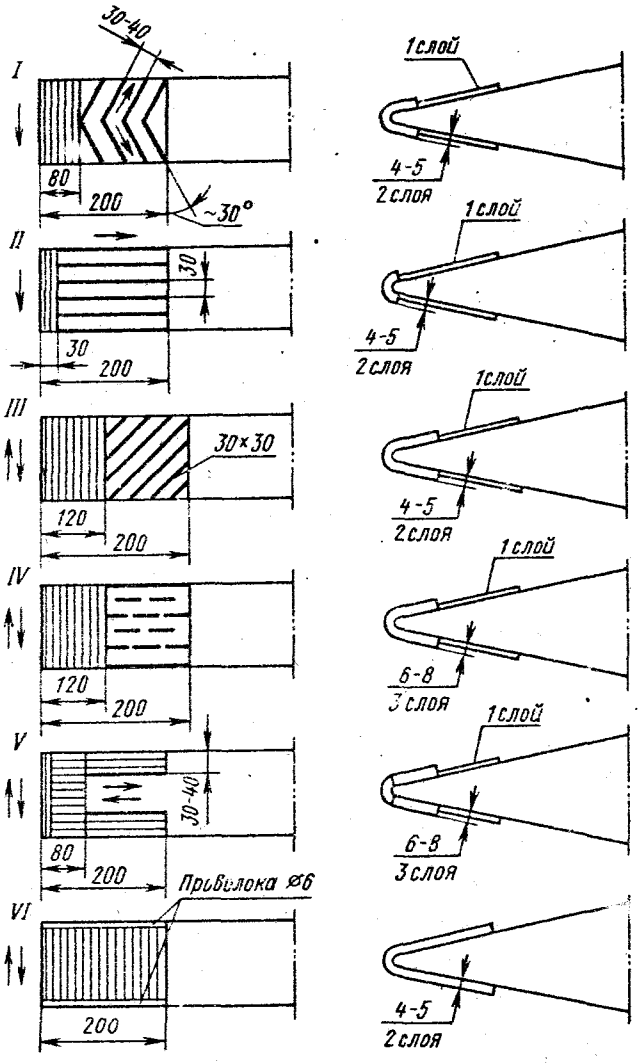
Следует отметить, что если при погрузке скальных горных пород затупление зубьев по мере износа слабо влияет на энергоемкость процесса черпания, то при разработке сыпучих материалов притупление режущих кромок зубьев даже при небольшом их укорачивании (60-80 мм) приводит к резкому возрастанию сопротивления копанию и уменьшению коэффициента заполнения ковша; экскавация становится неэффективной. Поэтому изыскание способов снижения интенсивности износа и затупления режущей части зубьев при их укорачивании является важнейшей задачей повышения долговечности зубьев ковша экскаваторов, особенно в условиях безударного режима их работы.

Исследования, посвященные решению этой проблемы, в последние 10-15 лет проводились по трем основным направлениям: 1) предварительное повышение износостойкости серийных зубьев из стали Гадфильда; 2) совершенствование геометрии режущей части зуба; 3) разработка технологических процессов изготовления зубьев из более технологичных сталей и создание новых материалов повышенной износостойкости.

Работы первого направления, преследующие цель уменьшить интенсивность износа зубьев, дали положительные результаты и уже внедрены или внедряются на горных предприятиях. Они связаны либо с предварительным наклепом новых зубьев энергией взрыва [1, 4], либо с наплавкой на их рабочие поверхности износостойких материалов [3].

При исследованиях второго направления стремились задержать рост толщины зубьев по мере их укорачивания в процессе износа. Достигается это приданием самозатачивающегося профиля режущей части цельного зуба или коронке составного (секционного) зуба. Результаты этих работ частично внедрены как в нашей стране [5], так и за рубежом [2].

Третье направление изыскательских работ является дальнейшим развитием двух первых. На комбинате «Фосфорит» группой сотрудников ЛГИ при участии авторов статьи проводились экспериментальные исследования эффективности износостойкой наплавки зубьев ковша экскаваторов ЭКГ-4,6, работающих в условиях безударного абразивного износа.



Схемы наплавки экспериментальных зубьев

В качестве износостойкого материала для наплавки зубьев на основании предварительных изысканий была выбрана порошковая проволока марки ПП-АН170 ЧМТУ 354-71, наплавляемая открытой дугой шланговым полуавтоматом марки А-765. Наплавке подвергалась партия заводских (новых) зубьев из стали 110Г13Л. Для выявления наиболее рациональной схемы и технологии было исследовано шесть вариантов наплавок при различных технологических режимах (см. рисунок). Твердость наплавляемого металла при однослойной наплавке составляла *HRC* 52-55, при двухслойной - *HRC* 55-58 и при трехслойной *HRC* 58-62.

Для получения при испытаниях более объективных результатов на ковш одновременно устанавливались (в парные крайние и средние гнезда) экспериментальные (наплавленные) и контрольные (обычные) зубья, таким образом уравнивалось влияние внешних факторов на их работоспособность. С целью определения эффективности той или иной схемы и технологии наплавки в центральное (непарное) гнездо ковша поочередно устанавливались опытные зубья с различными узорами наплавки.

Анализ результатов сравнительных испытаний выявил линейный характер зависимости износа (укорачивания) тех и других зубьев от количества погруженной горной массы (фосфорная руда). Подобные зависимости описываются известной формулой

$$\Delta l = k Q ,$$

где Δl - линейный износ зубьев, измеряемый вдоль продольной их оси; k - интенсивность износа, мм/т; Q - количество погруженной горной массы, т.

Поскольку укорачивание разноименных зубьев неодинаково в силу веерного их расположения на ковше, параметры износа Δl , k усреднялись на весь комплект.

Испытания показали также, что изменение внешних условий экскавации не влияет на характер зависимости, а только определяет интенсивность износа (тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс), которая зависит от состояния забоя: для контрольных зубьев $k_К$ = (2,76-3,73)·10^{-3} мм/т, для экспериментальных - $k_Э$ = (I,24-2,I7)·10^{-3} мм/т.

Таким образом, износостойкость наплавленных зубьев $k_К / k_Э$ оказалась в I,72-2,I5 раза выше, чем обычных.

Исследование влияния технологии и схемы наплавки зубьев на эффективность данного метода повышения их стойкости показало, что в процессе наплавки на высоких режимах и при большом ее объеме в наплавленном и основном металлах возникают значительные термические напряжения, способствующие появлению горячих трещин. Поэтому наплавку следует вести на таких режимах, которые при достаточной производительности процесса обеспечивали бы минимальное тепловое воздействие, при этом наплавляемые зубья желательно охлаждать (например, с помощью медных обкладок-радиаторов). Толщина наплавленного металла, как показали исследования, должна составлять не менее 6-8 мм, т.е. необходимо производить трехслойную наплавку с обязательным подстуживанием предыдущего слоя. Поскольку предельно допустимый износ зубьев по длине для данных условий экскавации не должен превышать 80-85 мм, наплавка рабочих граней зубьев целесообразна на участке не более I20-I50 мм.

Наиболее рациональными схемами наплавки следует признать У и IУ: сплошная продольная на всю рабочую длину зуба с обязательной "обвязкой" самой режущей кромки (на участке I0-I5 мм) продольными валиками для уменьшения сопротивления копанию и также сплошная на всю рабочую длину режущей части зуба, но поперечными валиками (см.рисунок).

Для уменьшения термических напряжений продольное направление наложения валиков наплавленного металла должно быть односторонним, от конца зо-

ны наплавки к режущей кромке, а последовательность – от середины зуба (по ширине) к его краям. При поперечном направлении налагаемых валиков наплавку необходимо вести челночным способом, начиная также от конца рабочей зоны.

Поперечная схема наплавки более производительна, но рекомендовать ее можно только при чисто абразивном износе зубьев. При наличии в забое подстилающих скальных пород возможны удары зубьев в начальный момент зачерпывания, которые могут вызвать частичное скалывание и выкрашивание поперечных валиков наплавленного металла; в этих условиях эффективней схема продольной наплавки зубьев.

Выводы

1. Применение высокомарганцовистой стали 110Г13Л для изготовления зубьев ковша экскаваторов, работающих в условиях безударного абразивного износа, малоэффективно, так как не обеспечивает достаточной стойкости зубьев.

2. Одним из способов повышения износостойкости зубьев является наплавка их режущей части порошковыми проволоками, увеличивающими твердость поверхностного слоя до *HRC* 50-58 за счет образования в структуре наплавленного металла большого количества карбидов вольфрама, титана, бора, хрома, марганца и др.

3. Опытно-промышленные испытания эффективности наплавки зубьев порошковой проволокой ПП-АНІ70, проведенные на комбинате „Фосфорит", показали, что износостойкость зубьев, а следовательно, и срок их службы при безударной экскавации повышается в 1,7-2,2 раза.

4. Режущую часть зубьев следует наплавлять на участке 120-150 мм сплошным слоем толщиной 6-8 мм (в три прохода) продольными или поперечными валиками при минимальном тепловом воздействии на основной металл зубьев.

5. Замена стали Гадфильда (110Г13Л) на более технологичную низколегированную (25Г2Л или 27ГЛ) облегчит процесс восстановления изношенных зубьев и позволит дополнительно сократить потребность в поставках новых зубьев в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кац Р.З., Заманская Ф.П., Генце М.В. и др. Упрочнение стали Г13Л взрывом. – Вестник машиностроения, 1966, № 3.

2. Подэрни Р.Ю. Карьерные экскаваторы на открытых разработках США. – Угольные и горно-рудные машины, 1968, № 12.

3. Полуавтоматическая наплавка порошковой проволокой зубьев ковша экскаваторов ЭКГ-4. Информац. письмо. Киев, ин-т электросварки им. Е.О.Патона АН УССР, 1966, № 28 (407).

4. Чукмасов С.Ф., Бабченко С.Л. Влияние предварительного упрочнения стали Г13Л на износостойкость зубьев ковшей карьерных экскаваторов. – Металлургическая и горнорудная промышленность, 1968, № 5.

5. Чукмасов С.Ф., Бабченко С.Л. Новая конфигурация зубьев. – Металлургическая и горнорудная промышленность, 1967, № 3.