

УДК 622.02

И.А. Паначев, М.Ю. Насонов, К.В. Антонов

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ СПИСАНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ

В настоящее время на разрезах Кузбасса весьма актуальной является проблема списания экскаваторов и замена их новыми. Эти мероприятия связаны со значительными финансовыми затратами в виду большой стоимости экскаваторов.

На сегодняшний день существуют два критерия списания экскаваторов: по календарному сроку и по объему переработанной горной массы. Однако ни один из этих критериев не учитывает фактического состояния машин, которое зависит от условий их эксплуатации (блочности разрабатываемых пород, качества взрывной подготовки и ремонтного обслуживания). При этом для значительного числа экскаваторов, выработавших свой нормативный ресурс, существует возможность

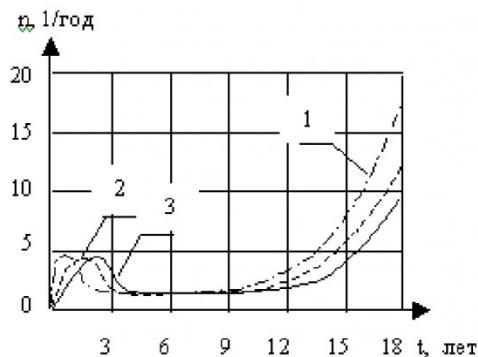


Рис.1. Зависимость числа аварийных остановок экскаватора в год от срока эксплуатации при разработке пород II категории блочности.
1 – ЭКГ-5А; 2 – ЭШ 10/70 ; 3 – ЭШ 13/50

эксплуатировать их в течение длительного периода сверх нормативного. Однако с увеличением срока эксплуатации экскаватора возрастает время ремонтных простоев, что отрицательно сказывается на производительности (рис. 1,2). Кроме того, при этом повышаются затраты на производство ремонтных работ. Учет обоих факторов может быть осуществлен путем вычисления удельных затрат на обеспечение работоспособности экскаватора, приходящихся на единицу переработанной взорванной горной массы (рис. 3).

На сегодняшний день нет однозначного решения этой проблемы. Для определения момента списания экскаватора в настоящее время используются три подхода:

- 1) экономический – связанный с финансовыми затратами и прибылью;
- 2) технологический – связанный с производительностью;
- 3) технический – выявляющий возможность безаварийной эксплуатации конструкций.

Категория горных пород была принята в соответствие с классификацией по размеру естественных отдельностей X (рис. 4) [1], где диаметр естественной отдельности составляет для пород I категории 0,3 м, II категории – 0,8 м, III категории – 2,2 м.

Из рис. 1-3 видно, что в течение первых нескольких лет число отказов экскаваторов возрастает. Это связано с процессом приработки, происходящим в этот период. Следствием является снижение производительности и повышение затрат на ремонтные работы на этом этапе эксплуатации. По мере устранения заводских дефектов, являющихся причинами большинства ремонтных остановок в указанный период, число отказов стабилизируется

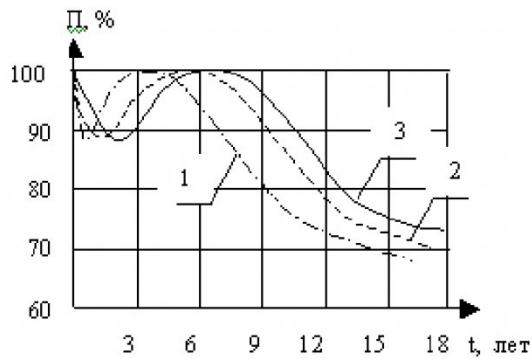


Рис.2. Зависимость производительности экскаватора от срока его эксплуатации при разработке пород II категории блочности. 1 – ЭКГ-5А; 2 – ЭШ 10/70 ; 3 – ЭШ 13/50

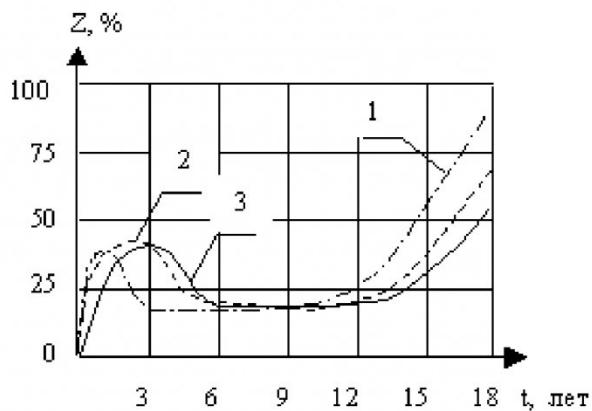


Рис.3. Зависимость отношения затрат на ремонтные работы экскаватора с учетом амортизационных отчислений к годовой производительности (в процентах от того же отношения для нового экскаватора) от срока его эксплуатации при разработке пород II категории блочности. 1 – ЭКГ-5А; 2 – ЭШ 10/70 ; 3 – ЭШ 13/50

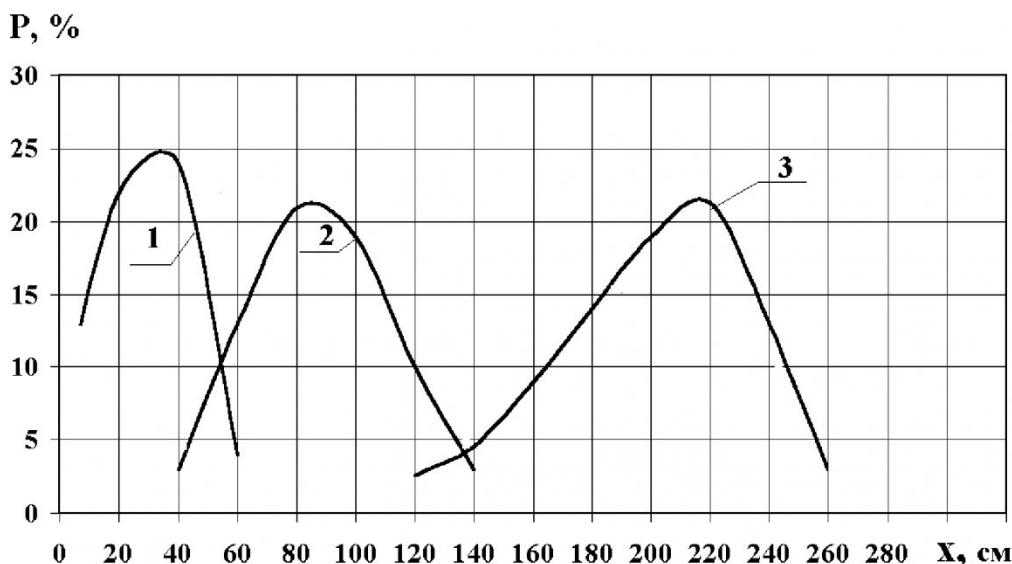


Рис. 4. Полимодальность распределения естественных отдельностей вскрытых пород угольных разрезов. 1 – мелкоблочные; 2 – среднеблочные; 3 – крупноблочные.

ся. Это сопровождается повышением производительности и уменьшением ремонтных затрат. В дальнейшем в связи с накоплением повреждений отказы экскаваторов все более учащаются, что вызывает вторичное снижение производительности и рост затрат на обеспечение работоспособности экскаваторов. Следует отметить, что период приработки и период стабильной работы у шагающих экскаваторов продолжаются дольше, чем у карьерных.

Представленные зависимости соответствуют системе планово-предупредительных ремонтов, высокому уровню ремонтного обслуживания и качеству взрывной подготовки, выполняемой с учетом рациональных параметров. Для экскаваторов эксплуатировавшихся в других условиях аналогичные зависимости ($n=f(t)$, $\Pi=f(t)$, $Z=f(t)$) имеют количественные отличия. Причем условия эксплуатации одного и того же экскаватора могут меняться за время его службы. Так, например,

может быть осуществлен переход от системы планово-предупредительных ремонтов к системе ремонтов по факту аварии, ухудшение качества взрывной подготовки и т.д. Учет влияния этих условий и их изменений при оценке производительности и затрат, а следовательно и экономической эффективности при эксплуатации экскаваторов трудно выполним. По этой причине практическое применение экономического и технологического подходов к проблеме списания экскаваторов является весьма затруднительным.

В то же время указанные условия эксплуатации экскаваторов отражаются на состоянии их металлических конструкций и силового оборудования. Следует отметить, что оно в значительной мере влияет на производительность экскаваторов, ремонтные затраты, уровень их рентабельности. Эти показатели обусловлены количеством ремонтных простоев.

Основной причиной большинства остановок

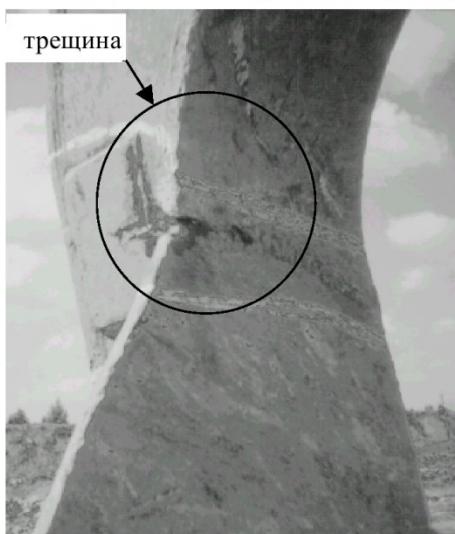


Рис. 5. Треугольная трещина в арке ковша экскаватора ЭШ 10/70



Рис. 6. Треугольная трещина в зоне приварки режущей кромки ковша экскаватора 10/70

экскаваторов с целью проведения ремонта являются аварии их металлических конструкций. Замена силового оборудования осуществляется достаточно часто. Замена же элементов металлических конструкций, таких как надстройка, поворотная платформа, ходовая тележка является нецелесообразной, так как использование металлоконструкций, достаточно изношенных, но не выработавших свой ресурс, совместно с новыми влечет снижение производительности по причине частых аварийных простоев. Исключением является полное разрушение какой-либо конструкции.

В большинстве случаев аварии металлоконструкций происходят в результате образования и роста в них трещин. Устранение трещин осуществляется с помощью ручной электродуговой сварки. Однако сварной шов является концентратором напряжений, в то время как образование трещин происходит главным образом в зонах таких концентраторов. Это способствует тому, что после заварки процесс трещинообразования возобновляется (рис. 5, 6).

Поэтому заварка трещин не является радикальной мерой их устранения. Анализ аварий металлоконструкций экскаваторов на разрезах Кузбасса показал, что многократные переварки трещин в одной и той же области делают процесс трещинообразования более интенсивным. Это обусловлено постепенным накоплением остаточных сварочных напряжений в зоне сварного шва, а следовательно и постепенным увеличением концентрации напряжений. Образованию и росту трещин способствует накопление дефектов металла, число которых постепенно увеличивается под воздействием нагрузок, действующих на конструкции экскаватора в процессе эксплуатации. По мере возрастания количества дефектов трещинообразование в металлоконструкциях происходит все более активно. По достижении определенного уровня накопления дефектов, наступает период, когда частота образования трещин и скорость их развития становятся столь велики, что удельные

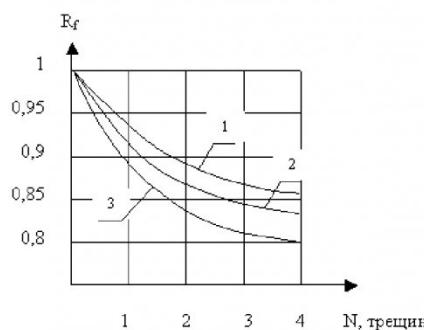


Рис. 8. Зависимость между числом трещин в основном металле и отношением текущего предела усталости стали σ_{-1}^T к первоначальному σ_{-1}^H (R_f).

1 – опорная рама экскаватора ЭШ 13/50;
2 – опорная рама экскаватора ЭШ 10/70;
3 – ходовая тележка экскаватора ЭКГ-5А

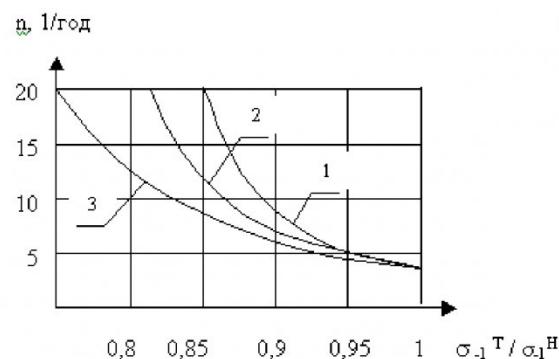


Рис. 7. Зависимость числа ремонтных остановок экскаватора в год от отношения текущего предела усталости стали σ_{-1}^T к первоначальному σ_{-1}^H при разработке пород II категории блочности.

1 – опорная рама экскаватора ЭШ 13/50;
2 – опорная рама экскаватора ЭШ 10/70;
3 – ходовая тележка экскаватора ЭКГ-5А

затраты на поддержание этой конструкции в рабочем состоянии за период между двумя капитальными ремонтами (в том числе и при проведении капитального ремонта) превышают затраты на покупку и техническое обслуживание в течение того же периода новой конструкции, отнесенные к единице переработанной горной породы. В таком случае конструкция становится нерентабельной и подлежит списанию. Этот уровень накопления дефектов далее будем называть критическим.

С увеличением количества накопленных дефектов снижается предел выносливости металла. В связи с этим о наступлении критического уровня поврежденности металла, а, следовательно, и периода нерентабельной эксплуатации какой-либо конструкции, можно судить по текущему пределу выносливости материала металлоконструкций экскаваторов, который определяется на основе лабораторных экспериментов на образцах, вырезанных из оцениваемых конструкций (рис. 7).

Из анализа графиков на рис. 1-3,7 следует, что

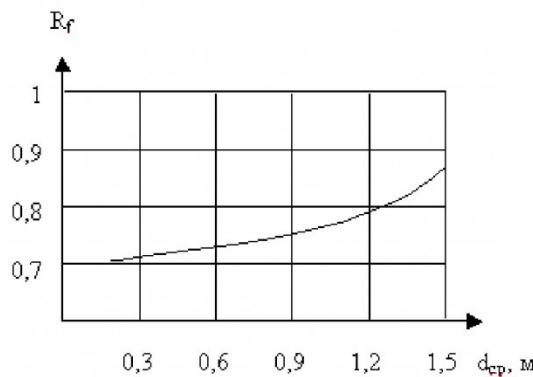


Рис.9. Зависимость величины R_f , при которой целесообразно списание экскаватора, от диаметра среднего куска

наступлению периода нерентабельной эксплуатации экскаватора соответствует снижение величины $R_f = \sigma_{-1}^T / \sigma_{-1}^H$ ниже определенного значения. Это позволяет использовать величину R_f в качестве критерия списания металлоконструкций экскаватора. Косвенным свидетельством накопления дефектов до критического уровня служит число зон, в которых к рассматриваемому моменту времени в данной металлоконструкции начал происходит процесс трещинообразования. Выявлены корреляционные зависимости между числом этих зон и степенью поврежденности металла (рис. 8)

На основе сопоставления сроков, когда эксплуатация экскаваторов становится нерентабельной, с результатами определения величины R_f была получена зависимость, позволяющая с приемлемой точностью определять срок списания экс-

каваторов (рис. 9).

Процесс накопления повреждений в материале металлоконструкций экскаваторов и снижение предела выносливости определяется качеством взрывной подготовки, которая характеризуется диаметром среднего куска в развале породы. Поэтому именно этот параметр используется в качестве аргумента представленной функции.

Использование приведенных зависимостей для металлоконструкций экскаватора позволяет на основании данных о фактическом состоянии материала металлоконструкций оперативно установить срок, когда их списание целесообразно, и тем самым избежать нерентабельной эксплуатации, обусловленной повышением затрат на поддержание надлежащего технического состояния экскаваторов и снижением их производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паначев И.А. Управление процессом взрывной подготовки пород при открытой разработке свиты угольных пластов. – Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – КузПИ, Кемерово. 1992.
2. Паначев И.А., Насонов М.Ю., Беленко М.В. Трещинообразование в металлоконструкциях экскаваторов. Известия ВУЗов. Горный журнал. 2000, № 5, с. 117-122.
3. Д. Коллинз. Повреждение материалов в конструкциях: Анализ, предсказание, предотвращение. – М.: Мир, 1984. 624 с.

□ Авторы статьи:

Паначев
Иван Андреевич
- докт. техн. наук, проф., зав. каф.
сопротивления материалов

Насонов
Михаил Юрьевич
- канд. техн. наук, доц. каф. сопро-
тивления материалов

Антонов
Кирилл Викторович
- старший преподаватель каф. сопро-
тивления материалов

УДК 622.002.5

Р.В. Вачугов, Л.Л. Моисеев

О РЕЖИМАХ РАБОТЫ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ АТМОСФЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ

Компрессорное оборудование не эксплуатируется без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Особенность эта проблема важна в настоящее время в горной промышленности для компрессоров небольшой производительности ($3...6 \text{ м}^3/\text{мин}$). Если ввести в эксплуатацию 5 компрессоров, то это уже более десяти человек обслуживающего персонала. Для принятия нужных мер по устранению той или иной внешней ситуации необходима правильная идентификация неисправности в компрессоре. Только в этом случае можно

надеяться на создание системы управления компрессором без персонала.

Наиболее сложным является процесс идентификации вибрационных отклонений от нормального режима работы. Неисправности клапанов приводят к перераспределению давлений по ступеням и, как следствие, изменению температур при сжатии воздуха в ступенях компрессора. Данная картина усугубляется изменением температур и давлений при регулировании производительности компрессора, например отжимом всасывающих клапанов, под-

ключением дополнительных "вредных" объемов, байпасированием, перекрытием всасывания и разгрузкой до атмосферного давления второй ступени и т.д. В определенных условиях указанная картина существенно меняется при наличии утечек в регулирующих системах и нарушении степени отжима всасывающих клапанов. Следует также отметить, что температура, давление и влажность всасываемого воздуха меняются в течение суток, что также усложняет задачу идентификации состояния компрессора. При работе компрессора могут воз-