

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ

Д.т.н. Паначев И.А., к.т.н. Насонов М.Ю., инж. Антонов К.В.
Кузбасский государственный технический университет

При эксплуатации экскаваторов в их металлических конструкциях образуются многочисленные трещины, способные привести к разрушению. Согласно существующим требованиям Госгортехнадзора трещины после обнаружения должны быть устранены, но сроки устранения при этом определены не четко. Принятие решения о времени проведения ремонта экскаваторов, и заварки трещин производится на основе эмпирического опыта сотрудниками отдела главного механика разреза или механиками конкретного участка. В результате весьма часто, экскаваторы ставятся на ремонт значительно раньше момента, который может быть признан опасным для конкретной конструкции. С другой стороны, в отдельных случаях, ремонт экскаваторов производится уже после отказа их работы.

В настоящее время стоимость новых экскаваторов является достаточно высокой и их приобретение для большинства разрезов затруднительно. В связи с этим продление срока эксплуатации экскаваторов, отработавших нормативный период, является весьма актуальной, ранее не исследованной проблемой.

В качестве объектов исследования приняты экскаваторы типа ЭШ 10/70 (ЭШ 13/50) и ЭКГ-12,5 (ЭКГ-12,5/15). С целью установления основных факторов, влияющих на образование и развитие трещин в их металлоконструкциях, проведены измерения деформаций металла с помощью тензорезисторов и шлейфового осциллографа.

Основными факторами, определяющими ресурс металлоконструкций, являются прочность горной породы, площадь и форма развала взорванных пород, грансостав и коэффициент разрыхления породы в развале.

Анализ выполненных исследований позволил разработать методику прогнозирования времени надежной работы конструкций, имеющих трещиноподобные дефекты. Не отменяя систему годовых и капитальных ремонтов, методика позволяет сократить, а при определенных условиях и исключить аварийные ремонты.

Методика основывается на определении следующих параметров:

- зон образования трещин в металлоконструкциях экскаваторов и частоты их возникновения;
- нагруженности металлоконструкций в зависимости от грансостава взорванных пород и коэффициента разрыхления;
- числа циклов нагружения, распределения направлений действий нагрузок на рабочий орган экскаватора и усилий на механизмы;
- уровней напряжений и коэффициентов концентрации напряжений для узлов с развивающимися трещинами;
- трещиностойкости сталей в эксплуатационных условиях;
- значений коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) для видов трещиноподобных дефектов и элементов металлоконструкций экскаваторов;
- количества циклов нагружения до разрушения металлоконструкций при наличии сквозных и поверхностных трещин.

В отличие от ранее использовавшихся расчетов металлоконструкций экскаваторов на циклическую прочность, оценка долговечности и прочности конструкции с трещиной производится по уровню напряженного состояния в вершине трещины однозначно описываемого коэффициентом интенсивности напряжений (КИН). Оценка долговечности металлоконст-

рукций с трещиноподобным дефектом связана с расчетом длительности роста трещины от начального зафиксированного размера до критического и зависит от размаха КИНа.

В основном для металлоконструкций экскаваторов используются стали ВСт3, 09Г2С и 10ХСНД. Для их сварных соединений были проведены эксперименты по определению характеристик статической и циклической трещиностойкости при воздействии отрицательных и положительных температур реального диапазона. В сварных соединениях исследовались три зоны: металл сварного шва, металл околошовной зоны и основной металл. Испытания при пониженных температурах производилась с применением методики [5].

Циклические испытания образцов проводилось совместно с Московским ЦНИИПроктстальконструкция на специально сконструированной разрывной машине циклического действия, позволяющей создавать частотные режимы нагружения в диапазоне от 0,01 до 1 Гц. Выбранные частоты наиболее близко отражают реальные условия и режимы работы металлоконструкций экскаваторов.

При работе экскаваторов на угольных разрезах Кузбасса в зимний период температура воздуха колеблется от 313^0 до 233^0 К, поэтому для циклических испытаний был выбран этот диапазон температур. В результате установлено, что скорость роста трещины в сварных соединениях существенно зависит от температуры окружающей среды. Для стали марки ВСт3 при циклическом нагружении со значениями размаха коэффициента интенсивности напряжений в пределах $20 \div 50 \text{ МПа} \cdot \sqrt{\text{м}}$ и температурах в указанных пределах скорость роста трещины увеличивается в $1,3 \div 1,4$ раза

Для расчета конструкций экскаваторов, была разработана компьютерная методика пошагового определения кинетики роста трещин, позволяющая устанавливать ресурс конструкций экскаваторов.

Разработанная методика прогноза долговечности конструкций экскаваторов позволяет оценивать остаточный ресурс машин с учетом горно-технологических факторов, основным из которых является диаметр среднего куска взорванной горной массы. На рис.3 приведены зависимости времени роста трещины в сварных швах металлоконструкций от диаметра среднего куска породы.

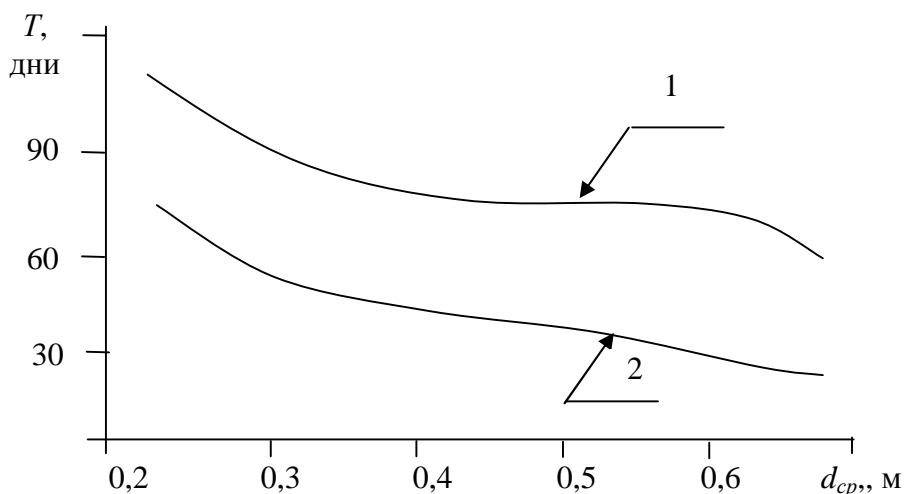


Рис.3. Время роста трещины в сварном шве от зафиксированного размера до критического в зависимости от грансостава пород;
 1 – поверхностная трещина в ходовой тележке экскаватора ЭКГ-12,5/15 с начальным размером 0,03 м;
 2 – сквозная трещина во фланцевом соединении ЭШ 13/50 с начальным размером 0,02 м

Из рис.3 видно, что для разных экскаваторов и металлоконструкций с увеличением степени дробления пород время роста трещины увеличивается.

Проведенные расчеты для отдельных случаев трещинообразования в металлоконструкциях экскаваторов показали возможность продления, до нескольких месяцев, их работы без постановки на ремонт. На основе выполненных исследований установлено, что при заданных грансоставе взорванных пород и размерах существующих трещин в металлоконструкциях можно оценивать остаточный ресурс конструкций и определять безопасный срок эксплуатации экскаваторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков А.В. Статистические модели в процессах горного производства. – А.В. Бирюков, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов. Кемерово: Кузбассвуиздат, 1996. – 228 с.
2. Паначев И.А. Влияние агрессивных сред на хрупкую прочность и циклическую долговечность металлических конструкций. – И.А. Паначев, М.Ю. Насонов Сборн.научн.трудов Кузбасский государственный технический университет. Актуальные вопросы подземного и наземного строительства. Кемерово КузГТу. 1996. с.157-164.
3. Броек Д. Основы механики разрушения. Пер. с англ. – М.; Высш. школа, 1980. – 368 с.
4. Панасюк В.В. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках. – В.В. Панасюк, М.П. Саврук, А.П. Дацишин. К., Наукова думка, 1976., 444 с.
5. Воронецкий А.Е. Влияние низких температур на усталостный ресурс сварных соединений с исходными дефектами. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. кандидата техн. наук. М.: МИ-СИ им. Куйбышева. 1984. 22 с.