

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*36 : 539.4

**ВЛИЯНИЕ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ
НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРА
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ***В. Н. АНДРЕЕВ, Ю. Ю. ГЕРАСИМОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Опыт эксплуатации гидроманипуляторов в лесной отрасли свидетельствует о том, что одной из причин потери их работоспособности является усталостное разрушение металлоконструкции. Трещина зарождается и развивается, как правило, в сварных соединениях, где наиболее вероятны технологические дефекты (холодные и горячие трещины, непровары, шлаковые включения, поры). Кроме того, в сварном шве концентрируются напряжения и сохраняется высокое остаточное напряжение. Поэтому усталостное разрушение характеризуется не усредненными, а локальными показателями сопротивления деформированию и разрушению, определение которых затруднено [2].

В связи с этим интересно оценить влияние каждого из факторов (размер дефекта, концентрация напряжений в сварном шве, остаточное сварочное напряжение) на усталостную долговечность рабочего органа гидроманипулятора, состоящего из двух цельносварных балок (рукояти и стрелы) коробчатого прямоугольного сечения, соединенных шарнирно и приводимых в действие гидравлическими цилиндрами.

В реальных условиях свойства применяемых марок стали и электродов, дефекты сварки, распределение остаточных напряжений, эксплуатационные нагрузки и т. п. имеют случайный характер. Поэтому при исследовании поведения дефекта в процессе эксплуатации целесообразно использовать вероятностную модель разрушения, построенную на основе метода статистических испытаний с помощью ЭВМ [1].

Программа моделирования процесса зарождения и развития усталостной трещины состоит из основного модуля MANIPUL 2 и ряда подпрограмм:

GAUSS — разыгрывание нормально распределенных случайных чисел;

AREAR — моделирование зарождения трещины из дефекта сварки на основе уравнения Джэка — Прайса с использованием гипотезы линейного суммирования повреждений;

DEVEL — моделирование развития трещины на основании уравнения Париса;

WELD — оценка влияния сварки на напряженно-деформированное состояние у вершины дефекта (трещины) через коэффициент концентрации напряжений и уровень остаточных напряжений;

YPCON — статистическая обработка результатов вычислений.

Входными данными являются:

циклограмма нагружения исследуемого сечения;

прочностные характеристики применяемой марки стали (предел текучести, константы в уравнениях Джэка — Прайса и Париса, пороговый и условный критический коэффициенты интенсивности напряжений);

начальная длина и критический радиус закругления при вершине технологического дефекта, коэффициент концентрации напряжений в сварном соединении, уровень остаточных напряжений; геометрические характеристики сечения.

Структура программы в упрощенном виде представлена на рис. 1.

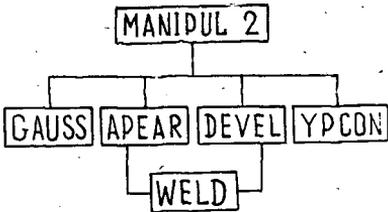


Рис. 1.

Действующая технология изготовления гидроманипуляторов не предполагает механической обработки швов для уменьшения концентрации напряжений в зоне сопряжения шва с основным металлом. Не снимаются остаточные сварочные напряжения, которые порождаются тепловыми упругопластическими деформациями в процессе образования швов и достигают предела текучести [3]. Отсутствует и дефектоскопия сварных соединений. С учетом этих недостатков был произведен расчет, имитирующий поведение технологического дефекта в стыковом шве рукояти ТБ-1М, при варьировании начальной длины дефекта l_0 от 1 до 5 мм, максимальном уровне растягивающих остаточных напряжений σ_r , равных пределу текучести σ_T , и коэффициенте концентрации напряжений в сварном соединении $K_s = 1,5$. По результатам вычислений на ЭВМ ЕС-1035 построена кривая 1 (рис. 2), которая показывает, что с уменьшением длины трещины можно ожидать повышения усталостной долговечности сварных швов N в 1,5—2,5 раза.

При внедрении технологий, позволяющих свести K_s и σ_r к минимуму (зачистка и шлифовка сварных швов, дробеструйная обработка, «ТГГ» — метод и т. д.), следует ожидать увеличения N в 1,5—2,0 раза (кривая 2 на рис. 2). Влияние K_s и σ_r неравнозначно: при малых l_0 (до 2 мм) доминируют остаточные сварочные напряжения; в области больших l_0 значимость показателей K_s и σ_r выравнивается, поэтому в расчетах и на практике ими нельзя пренебрегать (кривая 3 на рис. 2).

При внедрении технологий, позволяющих свести K_s и σ_r к минимуму (зачистка и шлифовка сварных швов, дробеструйная обработка, «ТГГ» — метод и т. д.), следует ожидать увеличения N в 1,5—2,0 раза (кривая 2 на рис. 2). Влияние K_s и σ_r неравнозначно: при малых l_0 (до 2 мм) доминируют остаточные сварочные напряжения; в области больших l_0 значимость показателей K_s и σ_r выравнивается, поэтому в расчетах и на практике ими нельзя пренебрегать (кривая 3 на рис. 2).

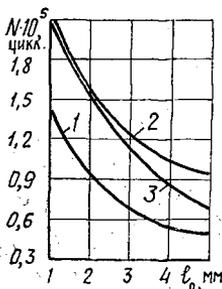


Рис. 2.

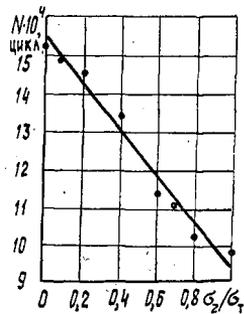


Рис. 3.

Зависимость $N = f(\sigma_r/\sigma_T)$ при наиболее вероятной длине $l_0 = 2$ мм приведена на рис. 3. В результате обработки данных машинного эксперимента по методу наименьших квадратов получено линейное уравнение $N = -0,61 \cdot 10^5 \sigma_r/\sigma_T + 1,55 \cdot 10^5$.

Для значительного повышения усталостной долговечности металлоконструкции рабочего органа гидроманипулятора лесозаготовительной машины можно рекомендовать комплексное внедрение дефектоскопии

сварных соединений и технологий, позволяющих снять остаточные напряжения от сварки и локальную концентрацию напряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Питухин А. В. Статистическая оптимизация высоконапряженных деталей с использованием методов механики разрушения // Расчет и управление надежностью больших механических систем: Информ. материалы 6-й Всесоюз. школы.— Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986.— С. 222—223. [2]. Трощенко В. Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник.— Киев: Наук. думка, 1987.— 133 с. [3]. Труфяков В. И., Михеев П. П., Гуца О. И. Роль остаточных напряжений в изменении сопротивления усталости сварных соединений на стадии зарождения и развития трещины // Механическая усталость металлов: Матер. 4-го Междунар. коллоквиума.— Киев: Наук. думка, 1983.— С. 184—189.

Поступила 17 февраля 1988 г.

УДК 625.143.58

УДЕРЖИВАЮЩАЯ СИЛА ПРУЖИННЫХ ПРОТИВОУГОНОВ ПП-Р24

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ, А. П. ЕЛИСЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Одной из причин многочисленных (от 30 до 50 %) расстройств верхнего строения пути железных дорог является угон рельсов, т. е. их перемещение по шпалам под воздействием сил от тягового и подвижного состава. Принято считать, что путь, не закрепленный от угона, технически неисправен.

На лесовозных УЖД из-за отсутствия надлежащих средств закрепление пути от угона не производится, этим объясняется его низкое техническое состояние. Применение клеммных скреплений [1] не дает необходимого эффекта вследствие наддергивания костылей.

В Архангельском лесотехническом институте разработана конструкция пружинного противоугона ПП-Р24 по типу применяемых на железных дорогах нормальной и широкой колеи. В нашей статье приведены результаты лабораторных и производственных испытаний его удерживающих и эксплуатационных свойств.

Конструкция противоугона приведена на рис. 1. Его изготавливают из листовой стали (толщиной 4 мм) марки 60С2А по ГОСТ 14959—79 или стали других марок с аналогичными механическими свойствами.

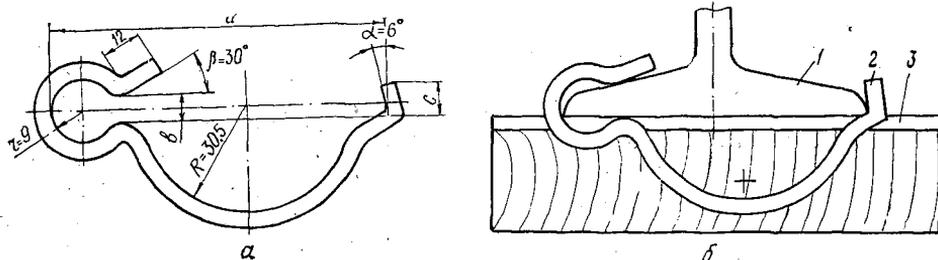


Рис. 1. Схемы пружинного противоугона ПП-Р24 (а) и установки его на рельс (б): 1 — рельс; 2 — противоугоны; 3 — шпала

Противоугоны имеют с одной стороны пружинное полукольцо, которое надевают на подошву рельса, с другой — зуб для защелкивания на ней. В средней части расположена пружинная скоба. Она обеспечивает закрепление противоугона на подошве рельса «в распор» и одновременно служит для передачи сдвигающего усилия на путевую подкладку или шпалу. Основные геометрические размеры противоугона приведены на рис. 1, а, схема установки — на рис. 1, б. Масса противоугона 90...95 г.