

## ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.797

Е. Ю. РАСКАТОВ, д-р техн. наук; Ю. С. СЕМИЧЕВ; И. А. СУРКОВ канд. техн. наук  
(ООО «НАДЕЖНОСТЬ ТМ», г. Москва)

E-mail: ne\_lie@mail.ru

E. Yu. Raskatov, Yu. S. Semichev, I. A. Surkov («NADEZHNOST' TM» LLC, Moscow)

**Проведение периодической экспертизы  
состояния базовых деталей мощных  
гидравлических прессов – основа обеспечения  
их длительной безотказной работы**

**Conducting periodic examination of the state of basic  
parts of powerful hydraulic presses is the basis for  
ensuring their long-term trouble-free operation**

*Актуальность современного проведения экспертизы подтверждается изученным механизмом большого числа разрушений базовых деталей, вызывающих экономический ущерб, значительно превышающий расходы на экспертизу состояния оборудования, разработку и внедрение технических решений по предупреждению аварийных ситуаций.*

*The relevance of modern conducting examination is confirmed by the studied mechanism of a large number of destructions of the basic details causing the economic damage considerably exceeding expenses on examination of a condition of the equipment, development and deployment of technical solutions according to prevention of emergencies.*

**Ключевые слова:** гидравлический пресс; базовые детали; неограниченная долговечность; моральный износ; физический износ; предел усталости; внезапное разрушение.

**Keywords:** hydraulic press; basic components; unlimited durability; functional wear (obsolescence); physical wear; fatigue limit; sudden destruction.

Эксплуатация мощных гидравлических прессов, осуществляющих процессы обработки давлением, зачастую протекает в условиях интенсивного использования и минимальных сроков, отведенных для работ по обслуживанию. При этом базовые детали таких прессов (архитрав, подвижная траверса, основание, цилиндры, колонны), создающие и воспринимающие усилие, могут иметь значительную массу (до нескольких сотен тонн) и быть изготовлены в единичном экземпляре. Разрушение любой из базовых деталей пресса

ведет к значительным простоям оборудования и невозможным экономическим потерям.

Развитие современных средств численного моделирования позволяет не только определять напряженно-деформированное состояние деталей оборудования под действием рабочей нагрузки, но и оценивать влияние технологии изготовления (например, остаточные напряжения в отливке) и особенностей эксплуатации (например, влияние контактных давлений и взаимных смещений сопряженных деталей на процессы фреттинг-износа).

Совокупность данных обо всех этапах жизненного цикла изделия, принятая во внимание на этапе проектирования, должна максимально снижать риски отказов базовых деталей металлургических машин. Тем не менее, даже для сравнительно недавно спроектированного и изготовленного оборудования, создатели обычно дают гарантию не более трех лет, предпочитая на практике применять концепцию ограниченного ресурса, что является экономически оправданным для завода-производителя. Результатом такого подхода для заводов, эксплуатирующих оборудование, являются риски внезапных отказов базовых деталей машин.

Наглядным примером описанной ситуации служит эксплуатация мощного гидравлического пресса силой 90 МН, входящего в состав линии производства железнодорожных колес и запущенного в работу в 2006 г. Масса основания пресса составляет 133 тонны, архитрава – 106 т, за 10 лет эксплуатации пресс производит около 3,5 млн циклов нагружений. В процессе эксплуатации пресса службы завода столкнулись с проблемой интенсивного неравномерного износа поверхности основания, контактирующей со штамповым набором. За прошедшее время эксплуатации поверхность три раза подвергалась фрезеровке, максимальная глубина выработки достигла 16 мм. Для оценки текущего состояния основания и принятия решений по дальнейшей эксплуатации детали в апреле 2016 г. проведена экспертиза состояния основания методами неразрушающего контроля. В результате выполненного обследования на поверхности с выработкой обнаружена трещина длиной 20 мм (см. рис. 1), исходящая от одного из технологических отверстий. Необходимо отметить, что данная трещина образовалась в сжатой области, эквивалентные напряжения в зоне зарождения трещины по данным расчетов методом конечных элементов составляли  $\sigma_{\text{ЭКВ}} = 110$  МПа, что не опасно даже для литых сталей. Таким образом,

образование трещины является следствием не текущего-деформированного состояния, а совокупностью влияний изготовления и эксплуатации детали. Обнаруженная трещина в текущих размерах сама по себе не представляет значительной опасности, так как может быть устранена в кратчайшие сроки.

При проведении работ на основании пресса 90 МН также произведен визуальный осмотр архитрава пресса. В результате осмотра в верхней плите архитрава обнаружена видимая без использования специальных инструментальных средств трещина длиной 590 мм, исходящая от одного из технологических окон (см. рис. 2). При дальнейшем исследовании выясняется, что в зоне данного отверстия архитрава (см. рис. 3) присутствует грубая ошибка изготовления: толщина верхней пластины архитрава не соответствует конструкторской документации (150 мм) и составляет 70 мм, для компенсации толщины к пластине приварено кольцо толщиной 70 мм. Посредством экспертизы архитрава методами неразрушающего контроля получена полная картина расположения дефектов в нем (см. рис. 4).

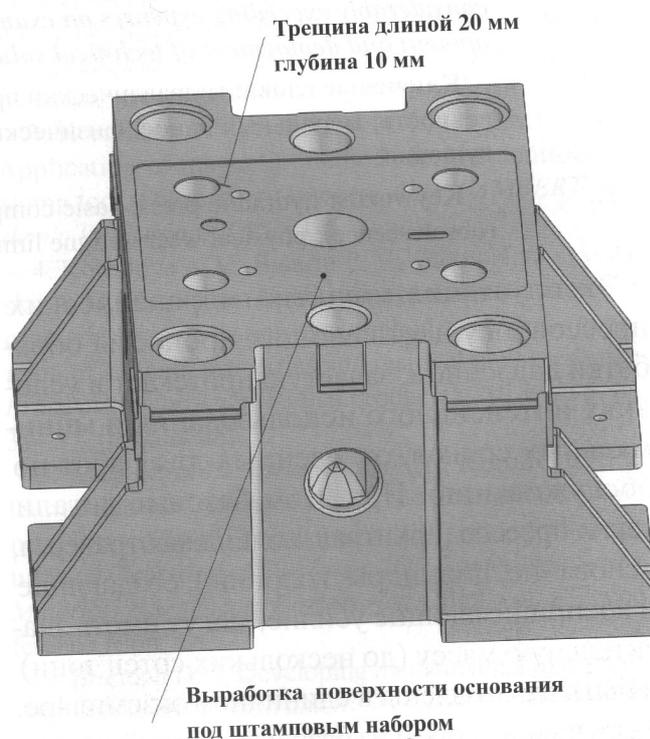


Рис. 1. Трещина в основании пресса силой 90 МН

Данные обследования показывают, что архитрав пресса находится в состоянии, близком к критическому, длина имеющихся трещин не позволяет надежно прогнозировать дальнейшую работу детали.

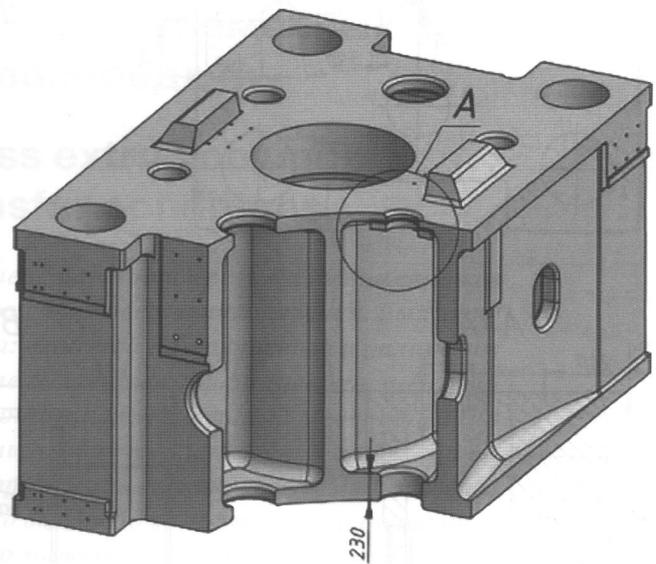
Напряженное состояние архитрава, полученное расчетом с использованием метода конечных элементов, представлено на рис. 5, см 2-ю полосу обложки. Главные напряжения в зоне отверстия с уменьшенной толщиной составляют  $\sigma_1 = 158,8$  МПа, в остальных отверстиях находятся на уровне  $\sigma_1 = 111$  МПа. Архитрав изготовлен из стали, аналогичной российской 20ГЛ, предел усталости при симметричном цикле составляет  $\sigma_{-1} = 198$  МПа [1]. Из сравнения напряженного состояния архитрава и усталостных характеристик его материала следует вывод, что усталостных

трещин в конструкции при работе возникать не должно. Однако, описанная ситуация является закономерной и нередко встречающейся для деталей больших размеров, т. к. существует значительный разброс свойств материала для литых сталей, особенно в зонах технологических отверстий.

Для обеспечения дальнейшей длительной безотказной работы пресса силой 90 МН выполнен ремонт архитрава с использованием современных технологий и материалов фирмы *SABAROS*, позволяющих проводить



Рис. 2. Трещина от технологического отверстия в верхней плите архитрава пресса силой 90 МН



А ( Увеличено )

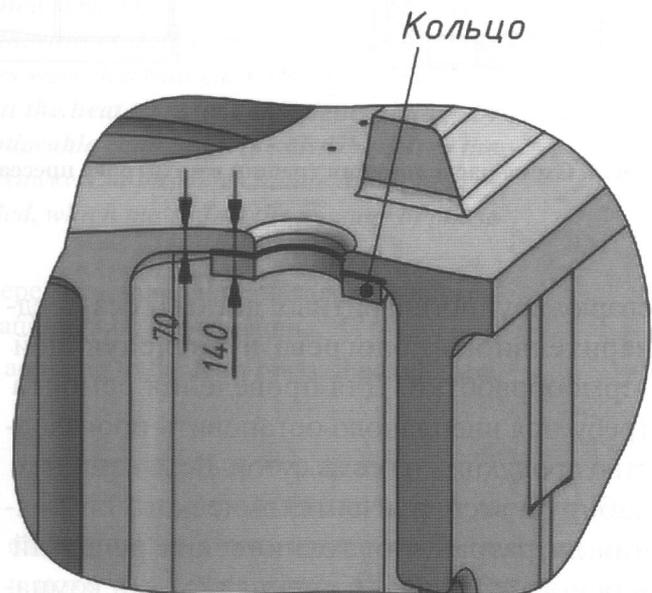


Рис. 3. Архитрав пресса силой 90 МН

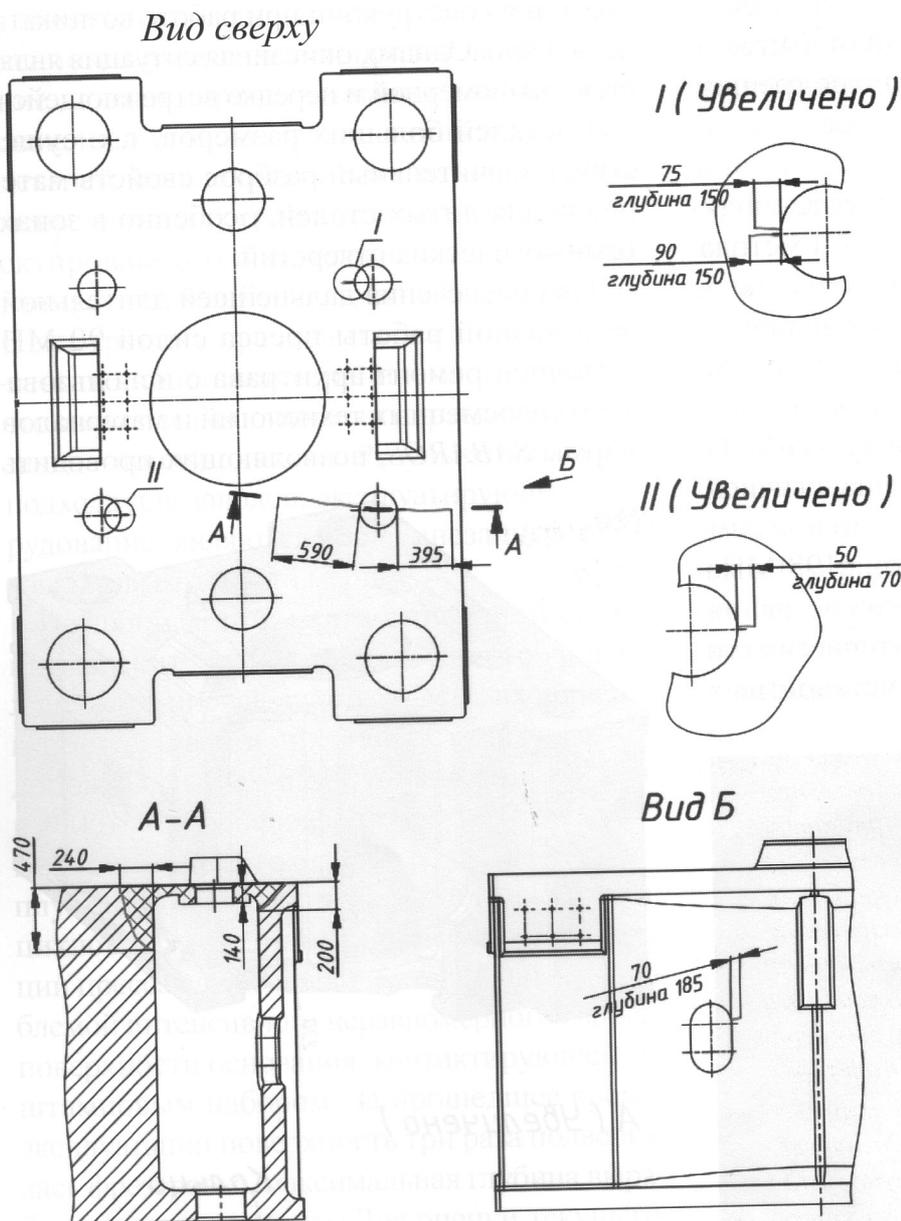


Рис. 4. Схема расположения трещин в архитраве прессы силой 90 МН

сварку крупногабаритных деталей без предварительного подогрева и последующей термообработки. Для проведения ремонта требуется внепланово остановить производство продукции на семь суток. Весь комплекс работ от экспертизы технического состояния до разработки технических решений и ремонта выполнен специалистами компании ООО «НАДЕЖНОСТЬ ТМ».

**Выводы.** 1. Несмотря на развитие и широкое внедрение средств численного моделирования и расчета напряженного состояния деталей, использование этих подходов не гарантирует длительной безотказной работы тяжелонагруженного металлургического оборудования, например мощных гидравлических прессов.

2. Проведение периодической экспертизы базовых деталей мощных гидравлических прессов является производственной необходимостью, поскольку своевременное обнаружение трещин и других дефектов, влияющих на прочность деталей, позволяет избежать незапланированных длительных простоев оборудования.

3. Современные методы ремонта устраняют в кратчайшие сроки трещины в базовых деталях прессов при условии своевременного обнаружения дефектов и обеспечивают штатный режим работы на дальнейший период эксплуатации.

### Список литературы

1. Трощенко В. Т., Сосновский Л. А. Сопротивление усталости металлов и сплавов. Справочник. Ч. 1. Киев. Наукова Думка. 1987. 387 с.

### References

1. Troshchenko V. T., Sosnovskiy L. A. *Soprotivlenie ustalosti metallov i splavov. Spravochnik. Ch. 1.* [Resistance to fatigue of metals and alloys. Directory. Part 1]. Kiev, Naukova Dumka, 1987, 387 p.