

ТАЖНАТЭОР

№5 (78) май 2013 года

*Сергей МАЗАНОВ,
генеральный директор ООО «Газпром добыча Уренгой»:*

*«К нашим сегодняшним целям,
как и 35 лет назад, применимы
слова «уникально» и «впервые»,
правда, с одним исключением:
легкого газа уже не будет»*

стр. 102



Жизнь после пятидесяти...

Продление срока эксплуатации тяжелых машин

Иван СУРКОВ,

генеральный директор ООО «Надежность ТМ», к.т.н. (Москва)

Тяжелые машины, работающие в металлургической промышленности, такие, как мощные гидравлические прессы и крупные прокатные станы, находятся в эксплуатации 40–50 и более лет. С увеличением сроков эксплуатации машины устаревают морально и физически, переставая соответствовать современным технологическим запросам и требованиям по предупреждению аварийных ситуаций, связанных с разрушением оборудования. Но обновление всего парка тяжелых машин в короткие сроки путем полной их замены является невыполнимой задачей.

В то же время современный технологический уровень тяжелых машин можно обеспечить, во-первых, с помощью модернизации систем привода, управления и механизации (20% массы и стоимости оборудования), во-вторых – за счет сохранения для дальнейшей эксплуатации базовых деталей (колонн и поперечин гидравлических прессов, станин клетей прокатных станов), составляющих до 80% массы и стоимости оборудования. Поэтому установление и устранение причин физического старения, а также обеспечение дальнейшей безотказной работы базовых деталей представляют собой основу инновационного проекта обновления тяжелых машин.

Процесс физического старения определяет число разрушений базовых деталей и экономические затраты, связанные с ликвидацией последствий этих разрушений. Анализ показал, что разрушения базовых деталей тяжелых машин не связаны со старением всего объема материала детали в процессе длительной эксплуатации. Причины разрушений в виде локальных зон, конструктивных и технологических концентраторов напряжений существуют с самого начала эксплуатации и заложены в машину заводом-изготовителем на стадиях проектирования, изготовления и монтажа. Своевременное выявление и устранение этих причин позволяют предотвратить значительный экономический ущерб, а в ряде случаев и катастрофические последствия, вызванные разрушением базовых деталей. Покажем это на ряде примеров.

Гидравлический пресс силой 500 МН установлен на заводе Алкоа в городе Кливленд, США. Высота прессы 27 метров, из них 11 метров ниже уровня пола, общая масса – 8000 тонн. Пресс начал работать в 1955 году и до на-

стоящего времени остается самым мощным в мире ковочным прессом. При этом он морально не устарел, и его продукция востребована крупнейшими авиационными и оборонными предприятиями.

Авария на прессе, вызванная внезапным разрушением нижних поперечных балок основания, произошла в 2008 году. Первоначальные усталостные трещины возникли в зонах конструктивных концентраторов напряжений на контурах отверстий в стенках балок. Постепенный рост усталостных трещин не оказывал влияния на параметры технологического процесса и оставался незамеченным. После развития усталостных трещин до критических размеров при штатной технологической нагрузке прессы произошло мгновенное разрушение нижних поперечных балок. За счет возникших динамических нагрузок также оказались поврежденными фундаментные балки и главные колонны. Восстановление прессы потребо-

Причины разрушений заложены в машину заводом-изготовителем на стадиях проектирования, изготовления и монтажа

вало изготовления новых фундаментных балок, поперечных балок и колонн. Простой от момента аварии до запуска прессы в эксплуатацию составил три с половиной года.

Для того чтобы не допустить подобного, нужно было:

- на момент начала эксплуатации иметь паспорт надежности базовых деталей с оценкой запасов усталостной прочности;

- ввести в инструкцию по эксплуатации работы по плановой экспертизе базовых деталей с установлением фактического состояния зон концентрации напряжений;

- своевременно устранить на месте без демонтажа–монтажа прессы конструктивные концентраторы с запасом усталостной прочности $n < 1$.

Представленный пример и результаты анализа большого числа разрушений показывают, что базовые детали во многих случаях содержат конструктивные концентраторы, напряжения в которых превышают пределы прочности материала. При длительной эксплуатации развитие трещин в этих зонах постепенно приведет к внезапному разрушению базовых деталей с возможными катастрофическими последствиями. Для своевременной разработки и внедрения технических решений, исключающих возможность возникновения аварийных ситуаций, полностью отработаны теоретические и экспериментальные методы экспертизы состояния действующих и восстановления разрушенных базовых деталей на месте без разборки-сборки металлургической машины.

Возможность выполнения крупномасштабных сварочных работ на месте можно показать на примере восстановления разрушенной подвижной поперечины ковочного прессы в ОАО «Алкоа Металлург Рус» в городе Белая Калитва Ростовской области. Этот пресс силой 32 МН производства УЗТМ находится в эксплуатации

с 1970 года. В 2008 году в подвижной поперечине прессы были обнаружены трещины. На обеих внешних стенках поперечины трещины проходили в диагональном направлении от середины верхней плиты до пазов крепления штампового набора в нижней плите. Стрела клиновой выработки в центре нижней плиты достигала 10 мм, что явилось одной из причин возникновения весьма высоких напряжений, которые привели к образованию трещин.

Восстановление поперечины осуществлено сваркой на месте без демонтажа прессы. Разработанная технология сварки включала в себя специальные

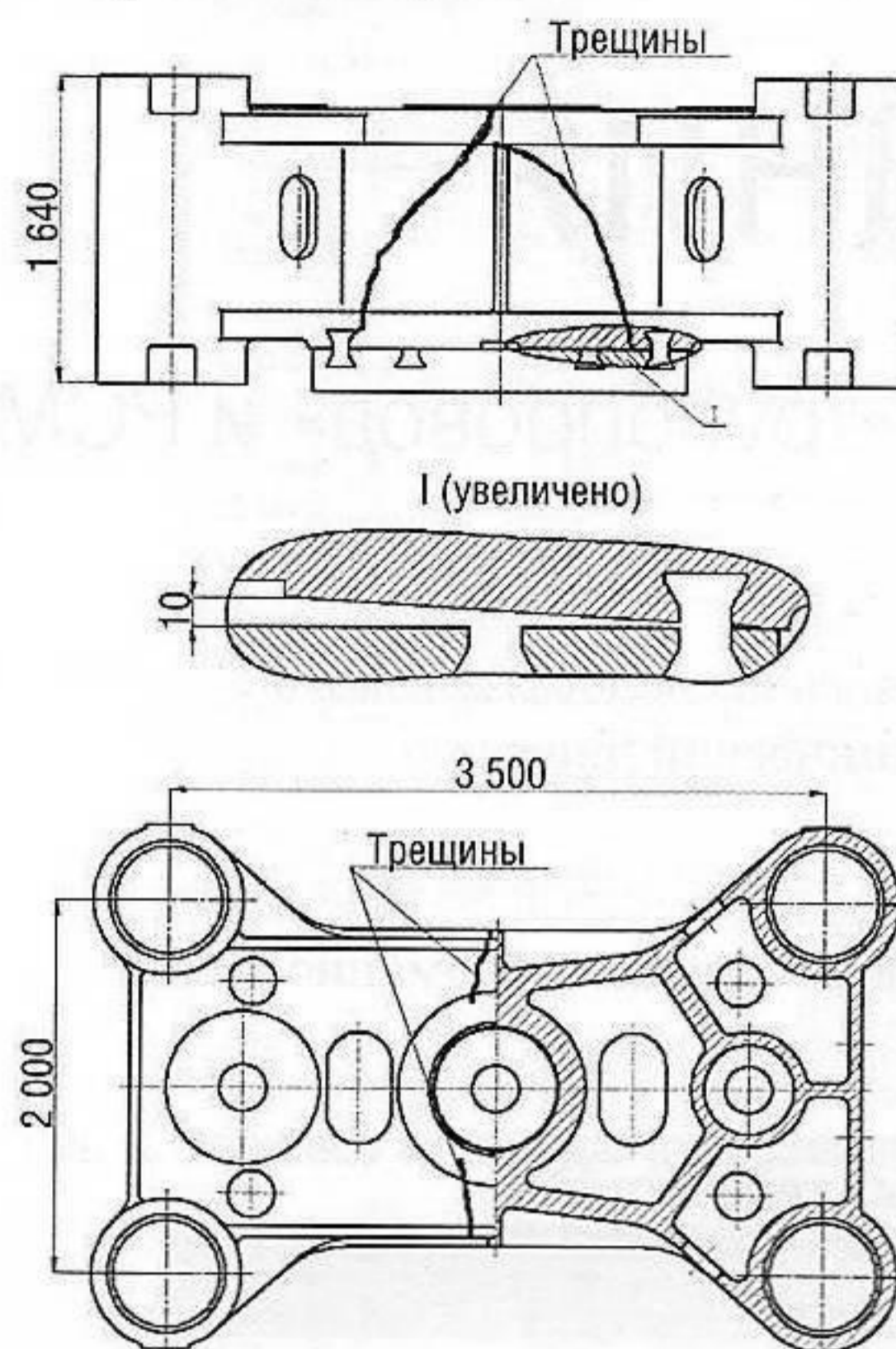
конструктивно-технологические решения, позволяющие сохранить геометрию поперечины и взаимное расположение колонных стаканов. После сварки переносным фрезерным станком проведена планировка контактных поверхностей поперечины и восстановление пазов для крепления штампового набора.

Ремонт поперечины, включающий в себя подготовительные работы, разделку трещин, сварку и механическую обработку, был проведен в течение 22 суток. Сразу после окончания ремонта пресс был запущен в эксплуатацию. Столь короткий срок восстановления на месте полностью разрушенной поперечины мощного гидравлического пресса не имеет precedентов в мировой практике.

В крупных прокатных станах наиболее металлоемкой и трудоемкой по условиям изготовления, транспортировки и монтажа является станина клетки. Так, в чистом виде станина клетки стана 2800 имеет массу 115 тонн, станина клетки кварто стана 5000 имеет массу 330 тонн. Именно прочность станины лимитирует производительность прокатного стана. Это связано с тем, что валки и другие детали клетки периодически заменяются, для их изготовления могут использоваться более прочные материалы, а станина должна сохранять свою работоспособность в течение всего времени эксплуатации прокатного стана.

В то же время практика эксплуатации показывает, что длительные простои линий производства проката, значительные расходы на ремонт и запасные части связаны именно с разрушением станин клеток прокатных станов. Во многих случаях тяжесть последствий аварийной ситуации усугубляется внезапностью произошедшего разрушения. «Внезапность» объясняется тем, что конструктивные концентраторы, где возникают максимальные напряжения, превышающие предел усталостной прочности материала, распо-

Расположение трещин в подвижной поперечине ковочного пресса силой 32 МН и изменение формы контактной поверхности поперечины

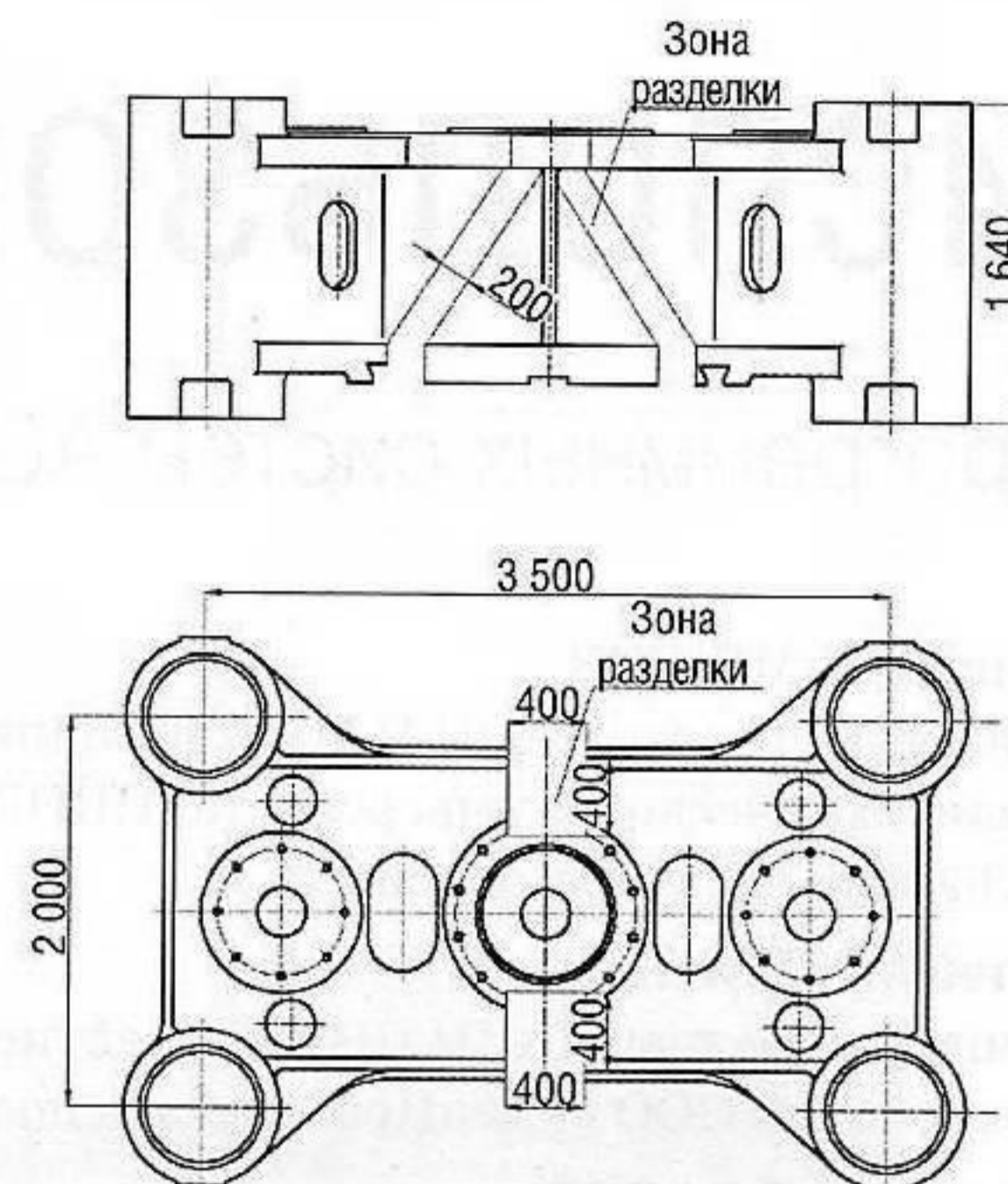


ложены в недоступных для прямого наблюдения местах. В этом случае длительные процессы возникновения и роста усталостной трещины остаются незамеченными и проявляются в виде внезапного разрушения после достижения усталостной трещиной критического размера.

Предупреждение внезапных разрушений станин и связанных с этим последствий осуществляется на основе своевременной экспертизы фактического состояния станин. По результатам экспертизы в случае необходимости разрабатываются и внедряются технические решения, обеспечивающие их дальнейшую долговечность.

Точный подсчет времени эксплуатации для своевременного изготовления новой и замены поврежденной станины невозможен из-за отсутствия закона роста трещины для материала станины клетки и трудности в описании напряженно-деформированного состояния для трехмерной модели трещины. Поэтому для

Разделка под сварку боковых стенок, верхней и нижней плит подвижной поперечины пресса силой 32 МН




обеспечения дальнейшей безотказной работы станин необходимо осуществить их модернизацию с обеспечением неограниченной долговечности зон концентрации напряжений. Первым этапом модернизации является заварка выявленных трещин по специальной технологии на месте без предварительного нагрева и последующей термообработки станины, что позволяет сохранить первоначальные геометрические размеры и точность установки сопряженных деталей.

На втором этапе, с применением мобильного расточного оборудования, изменяется геометрия зон концентрации напряжений станины без изменения компоновки существующих деталей. Изменение конструкции таких зон позволяет снизить максимальные напряжения в действующих станинах до значений, при которых обеспечивается их неограниченная долговечность, как при номинальной, так и при увеличенной силе прокатки. ТИ



**МСО
РЭНКО**



**РЭНКО
ЭКСПЕРТ**

620075 Екатеринбург,
ул. Бажова, 68, оф. 4
Тел. (343) 223-04-81(82),
факс (343) 223-04-83
E-mail: renkoexp@mail.ru,
www.renko-exp.ru

ООО «МСО РЭНКО»
Основные виды деятельности

- ▶ строительство промышленных и гражданских объектов;
- ▶ поставка, наладка, сервисное обслуживание приборов безопасности ГПМ;
- ▶ монтаж, демонтаж, ремонт ГПМ;
- ▶ поставка грузоподъемного оборудования (краны мостовые, козловые, однобалочные подвесные, консольные).
- ▶ получение разрешений на применение технических устройств;

ООО «РЭНКО-ЭКСПЕРТ»
Основные виды деятельности

- ▶ экспертиза промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах;
- ▶ экспертиза промышленной безопасности проектной документации;
- ▶ экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений;
- ▶ выполнение расчета остаточного ресурса технических устройств;
- ▶ проведение диагностики неразрушающими видами контроля;
- ▶ получение Разрешений на применение технических устройств.

На правах рекламы