

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КАРЬЕРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Скрипник С.В., Чернега Д.Ф.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

Рассмотрены различные заготовки кованных деталей, используемых в производстве большегрузных карьерных автомобилей. Показаны возможности электрошлаковых технологий в замене кованных заготовок литыми электрошлаковыми. Даны примеры изготовления литых электрошлаковых заготовок методами электрошлакового переплава, центробежного электрошлакового литья и электрошлакового кокильного литья.

Various preparations billets forge the details used in manufacture of supersize career cars are considered. Possibilities of electroslag technologies in replacement forged billets cast electroslag are shown. Examples of manufacturing of cast electroslag billets by methods electroslag remelting, centrifugal electroslag casting and electroslag mould casting are given.

Розглянуто різноманітні заготовки кованих деталей, що використовуються у виробництві великовантажних кар'єрних автомобілів. Показано можливості електрошлакових технологій в заміні кованих заготовок литими електрошлаковими. Надані приклади виготовлення литих електрошлакових заготовок методами електрошлакового переплаву, відцентрового електрошлакового лиття і електрошлакового кокильного лиття.

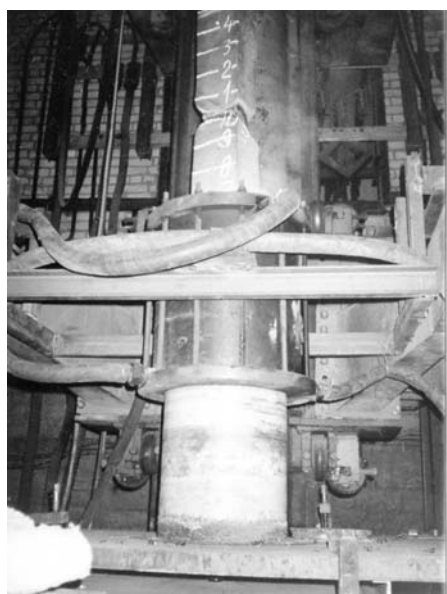
Вступление

Детали современных карьерных автомобилей грузоподъемностью 20...360 т отличаются сравнительно большими размерами, массой и стоимостью. Ремонт таких крупных тяжелых автомобилей в полевых условиях практически невозможен, так как требует наличия специализированного оборудования и оснастки. Поэтому требования к надежности деталей, узлов и автомобилей в целом очень высоки. Различные варианты электрошлаковых технологий (переплав, центробежное электрошлаковое литье, электрошлаковое кокильное литье и

др.) обеспечивают высокое качество и надежность электрошлаковых деталей. Начало внедрения электрошлаковых технологий на автомобильных заводах, в т.ч. на ОАО «Белорусский автомобильный завод» было положено ИЭС им. Е.О. Патона [1 - 3] несколько десятилетий тому назад. С тех пор номенклатура изготавливаемых заготовок деталей существенно выросла.

Цель данной работы - показать опыт применения электрошлаковых технологий в ОАО «БелАЗ», выпускающего около 30 % большегрузных карьерных автомобилей мирового производства.

В настоящее время в качестве заготовок ряда деталей, в т.ч. штамповых вставок, на заводе используются слитки ЭШП диаметром 300 – 400 мм из различных марок легированной стали. Такие слитки изготавливают как в стационарных кристаллизаторах, так и в подвижных (рис.1). Одной из деталей ответственного назначения являются литые электрошлаковые штамповые вставки



диаметром 380...490 мм, которые имеют стойкость на 50 – 60 % выше стойкости кованных из металла обычной выплавки.

Рис. 1. Фрагмент выплавки слитка ЭШП диаметром 390 мм, массой 1,5 т с относительным перемещением кристаллизатора и слитка.

Если раньше зубчатые шестерни и колеса изготавливали из деформированной стали 20Х2Н4А (поковок), то в настоящее время отдается предпочтение литым центробежным электрошлаковым заготовкам этих деталей как с наружным (рис. 2а), так и с внутренним зубчатым зацеплением (рис.2б).

Такой выбор обусловлен в первую очередь надежностью литых электрошлаковых изделий и технико-экономическими преимуществами таких заготовок.

Как известно, разрушение зубьев при циклическом нагружении, имеющем место в условиях эксплуатации большегрузных карьерных автомобилей, носит усталостный характер. Сопротивление усталости в большой мере зависит от способности материала к локализации микро - и макроскопической деформации. Значительную роль в локализации пластической деформации принадлежит физической, химической и структурной однородности, что обеспечивается электрошлаковыми технологиями [4].

Как показали ранее проведенные исследования [5] зубчатые колеса из литой электрошлаковой стали имеют преимущества по сравнению с обычными и по контактной выносливости. При испытаниях на стендах с замкнутым контуром это выражено в различии (на 15%) уровней нагрузки, при которых достигнуто одинаковое количество циклов перемены напряжений до выбранного критерия прекращения испытаний. В итоге оказалось, что долговечность зубчатых колес из литых центробежных электрошлаковых заготовок существенно превышает долговечность колес обычной выплавки.

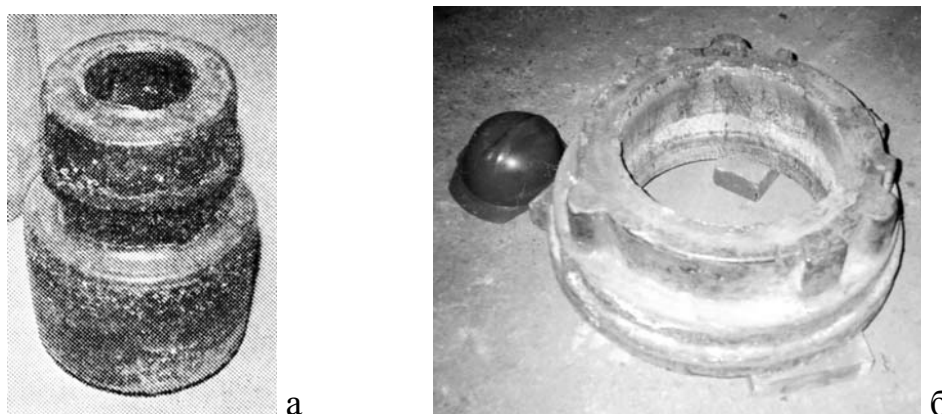


Рис. 2. Внешний вид отливок ЦЭШЛ для двух внешних зубчатых венцов шестерни из стали 20X2H4A (а) и для одного внутреннего зубчатого венца в корпусе редуктора из стали 40 Л (б).

Кроме заготовок зубчатых колес в большегрузных карьерных автомобилях широко используется центробежное электрошлаковое литье (ЦЭШЛ) ряда других полых деталей, таких как ступицы колес, фланцы торсионных валов и др. При изготовлении отливок фланцев используется стальная форма (рис.3. а), состоящая из нескольких конструктивных элементов в виде тел вращения (крышка 1, кольцо 2, основание 3, фланец 5). Такая форма имеет разъем в горизонтальной плоскости, что имеет преимущества перед формой с вертикальной плоскостью. Замкнутый контур деталей представленной формы позволяет придать ей жесткость и обеспечить длительный срок ее эксплуатации. Во избежание науглероживания заливаемого металла в основание кокиля зафутеровывают магnezитовую пробку 4 вместо обычно применяющейся графитовой и просушивают ее при температуре 150 – 300 °С в течение 1 – 1,5 часа. Конструкция формы заканчивается подставкой 6, которая крепится на планшайбе центробежной машины клиньями. Эскиз отливки фланца представлен на рис. 3б.

Еще одна разновидность технологии, основанная на электрошлаковом процессе - электрошлаковое кокильное литье (ЭКЛ). Она применяется при изготовлении таких заготовок деталей, как верхняя и нижняя крышки крупногабаритных гидравлических цилиндров из стали 45 Л, головок штанг и др. Для создания направленного затвердевания и питания тонкие части изготавливаемых отливок помещают в нижней части формы, а более толстые, массивные - в верхней. В верхней части формы затвердевает и слой обогревающего шлака, который участвует в тигельной плавке. В зависимости от конструктивных особенностей в заготовке ЭКЛ

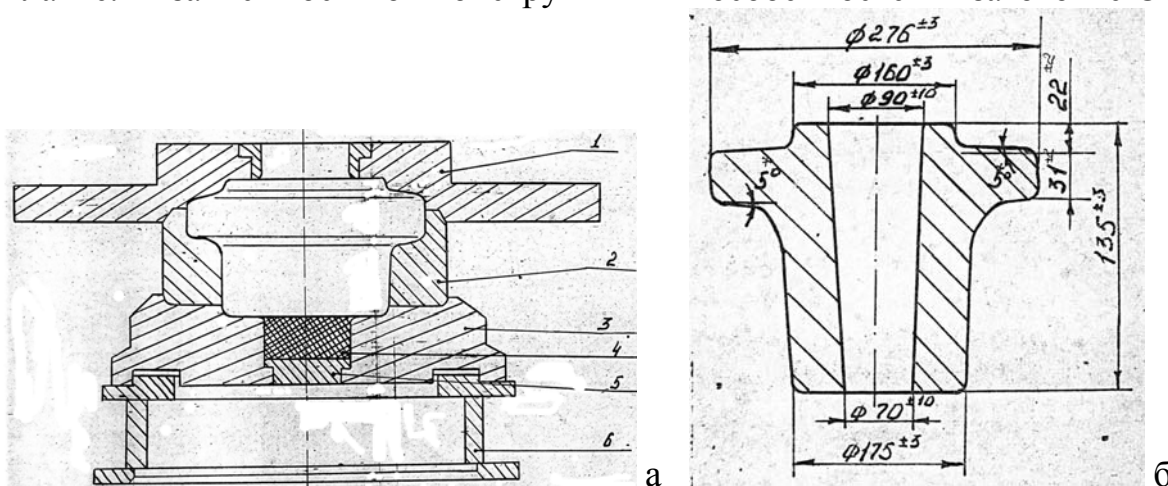
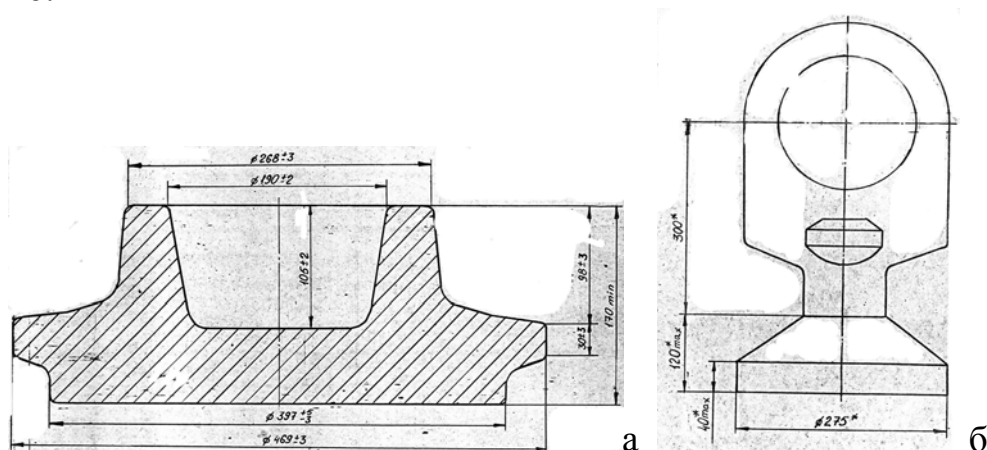
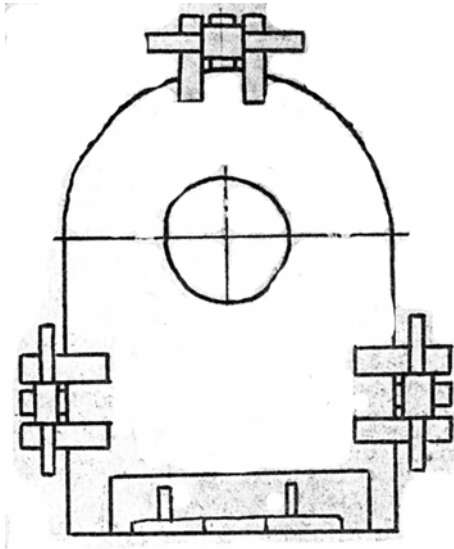


Рис. 3. Конструктивная схема кокиля в сборе для получения фланца (а) и эскиз фланца торсионного вала из стали 40Х (б).

ее прибыльная часть может быть либо продолжением заготовки в виде небольшого утолщения (рис.4 а), удаляемого механической обработкой, либо отдельным обрезаемым элементом (рис.4 б.). В последнем случае отделяют прибыль от отливки инжекторным резакон. Несмотря на то, что и в слитках ЭШП и в электрошлаковых отливках присутствует обогревающий слой шлака небольшой слой металла, затвердевающий в последнюю очередь, остается без подпитки и подлежит удалению.





В

Рис. 4. Эскиз отливок ЭКЛ верхней крышки гидравлического цилиндра с прибыльной частью в теле отливки (а), головки штанги с отдельной прибыльной частью (б) и формы для детали головки штанги (в).

При выплавке отливок большое внимание уделяется подготовке литейных форм. Они очищаются от остатков гарнисажа, заливок и пригара. Затем подогревается в термопечи до температуры 150 - 200 °С. После этого окрашивается изнутри слоем антипригарной цирконовой или каолиновой краски. Она наносится при температуре кокиля не ниже 100 °С. Флюс АН – 295 непосредственно перед использованием прокаливают при температуре 620 – 640 °С в течение 4 - 4,5 часов в специальных противнях с засыпкой слоем толщиной не более 100 мм.

В процессе тигельной плавки металл последовательно раскисляют несколькими раскислителями в кусках размером 10...20 мм: ферросилицием ФС- 25, силикокальцием СК- 25, вторичным алюминием.

Вывод

На ОАО» БелАЗ» создан участок электрошлаковых технологий, на котором успешно применяются все разновидности электрошлаковых технологий. Номенклатура электрошлаковых изделий, выпускаемых на предприятии продолжает расширяться.

Литература

1. Электрошлаковый переплав. / Латаш Ю.В., Медовар Б.И. - М.: Металлургия, 1970. – 239 с.
2. Центробежное электрошлаковое литье. / Медовар Б.И., Маринский Г.С., Шевцов В.Л. – К.: Общество «Знание» УССР, 1983. – 48 с.
3. Электрошлаковое кокильное литье. / Медовар Б.И., Орловский Ю.И. - Киев. Общество «Знание» УССР, 1982. – 64 с.
4. Центробежное электрошлаковое литье заготовок высоконапряженных зубчатых колес большегрузных карьерных самосвалов. / Маринский Г.С., Сыровкаш Д.И., Медовар Б.И., и др. Проблемы специальной электрометаллургии, 1990. - №1., С.24-27.
5. Качество электрошлакового металла. / Медовар Б.И., Цыкуленко А.К., Дяченко Д.М. – Киев: Наук. думка, 1990. – 312 с.