

УДК 621.74

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОКИЛЕЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*канд. техн. наук, доц. Н.Н. НИКОЛЬСКИЙ, канд. техн. наук, доц. А.Л. ЛИСОВСКИЙ
(Полоцкий государственный университет)*

Представлен анализ преимуществ кокильного литья по сравнению с традиционным литьем в разовую песчаную форму на примере ОАО «Технолит-Полоцк». Показано, что основным фактором, определяющим эффективность производства кокильного литья, является низкая стойкость кокилей. Приведенные статистические данные по стойкости кокилей по номенклатуре литья этого предприятия показывают, что наименьшую стойкость имеют кокили для получения толстостенных отливок. Проанализированы причины низкой стойкости кокилей для металлоемких отливок из серого чугуна типа «груз», используемых при изготовлении и монтаже грузопассажирских лифтов. Рассмотрены мероприятия по повышению стойкости чугунных кокилей для обеспечения эффективности кокильного производства в условиях предприятия ОАО «Технолит-Полоцк», опыт которого может быть использован и другими предприятиями машиностроительной отрасли.

Введение. Повышение эффективности литейного производства достигается прежде всего за счёт таких факторов, как: правильный *выбор способа литья* для имеющейся номенклатуры деталей исходя из технологичности их конструкции, заданного материала и объёма производства. Если такой выбор сделан с учётом технических возможностей предприятия (наличие потребного технологического оборудования и оснастки, подготовленных для освоения этого способа технического персонала и обученных рабочих), то выбранный способ будет главным условием высокоэффективной работы участка (цеха) и предприятия в целом; правильный *подбор номенклатуры деталей* для уже хорошо освоенного в цехе способа литья с учётом его технологических особенностей; грамотно разработанная *технология литья*, с учётом технологических особенностей способа; правильная организация *контроля технического персонала за соблюдением технологии*, а следовательно и за обеспечением высокого качества производимого в цехе литья.

Приведенные условия эффективности выбранного способа литья и их реализацию рассмотрим на примере производства отливок из серого чугуна в условиях предприятия ОАО «Технолит-Полоцк». Это предприятие в течение многих лет специализируется на серийном выпуске отливок из серого чугуна литьём в кокиль при достаточно большой номенклатуре деталей. При этом кокили изготавливаются из серого чугуна той же марки, что и выпускаемое заводом литьё.

Высокая эффективность кокильного литья (этот способ, как известно [1 – 4], эффективен только в условиях серийного и крупносерийного производства) достигается за счёт следующих преимуществ перед универсальным способом литья в песчаные формы:

- исключаются большие расходы на приготовление формовочных смесей (составляют 50...70 % общих затрат на производство отливок);
- снижаются расходы металла (на 10...20 %) за счёт уменьшения размеров литниковой системы;
- многократное использование металлической литейной формы (кокиля) – главная особенность способа (стойкость чугунных кокилей при изготовлении стального литья составляет 50...500 отливок, чугунного – 400...8000, а при литье из сплавов цветных металлов десятки и сотни тысяч отливок) [5];
- высокая производительность (в 4...6 раз) при большой программе выпуска. Себестоимость литья при этом снижается на 30...50 % (по сравнению с литьем в песчаные формы), а затраты на организацию участка кокильного литья окупаются за 2...3 месяца [5];
- повышение точности литья и уменьшение припусков снижает материалоемкость отливок и трудоёмкость их механической обработки в 1,5...2,0 раза;
- повышение прочности отливок за счёт ускоренной кристаллизации жидкого металла в металлической форме также ведёт к снижению материалоемкости кокильных отливок при сохранении их расчётной прочности и надёжности в эксплуатации выполненных из них деталей.

Если учесть, что при переходе на кокильное литьё резко (в 5...10 раз) сокращается потребность в производственных площадях, до минимума снижаются капитальные затраты на организацию и освоение участка кокильного литья, а сроки окупаемости затрат на изготовление кокилей сокращаются до 2...4 месяцев, то становится очевидным, что освоение этого способа в условиях серийного производства безусловно эффективно. Переход на кокильное литьё не только привлекательно, но и кроме указанных выше преимуществ также облегчает предприятию задачу подготовки кокильщиков за счёт упрощения основных технологических операций, таких как:

- сборка формы и заливка жидким металлом;
- разборка формы и извлечение из неё отливки;

- нанесение на формообразующую поверхность кокиля теплозащитного покрытия;
- повторная сборка формы и т.д.

Приведенные выше преимущества кокильного литья не в полной мере реализуются в условиях предприятия ОАО «Технолит-Полоцк», основным фактором снижения эффективности кокильного производства здесь является низкая стойкость кокилей. В таблице представлены данные предприятия по стойкости кокилей для отливок, производимых серийно на участке кокильного литья.

Стойкость кокилей

№	Наименование детали	Количество отливок с одного кокиля, шт.	№	Наименование детали	Количество отливок с одного кокиля, шт.
1	Трап Т-100	500	12	Крышка воронки	1000
2	Плита без отверстий	350	13	Стойка к парковой скамейке	500
3	Кольца печные	350	14	Пластина «Ягодка»	500
4	Ротор ДВН-1	500	15	Пластина декоративная забора	500
5	Казан 8,5 л	800	16	Средняя часть забора	700
6	Крышка казана 8,5 л	800	17	Столбики к забору	650
7	Казан 4 л	900	18	Груз 06	500
8	Чаша автопоилки	900	19	Груз 04	300
9	Корпус 825.251	200	20	Груз 053к	500
10	Крышка 825.881	200	21	Груз 287	300
11	Стакан воронки водоотводной	400	22	Груз 348	300

Анализ причин низкой стойкости кокилей. Рассмотрим основные причины преждевременного выхода из строя кокилей на примере кокиля для отливки деталей типа «груз» (рис. 1), которые используются при монтаже лифтов. Кокиль заводского исполнения для этой отливки представлен на рисунке 2.

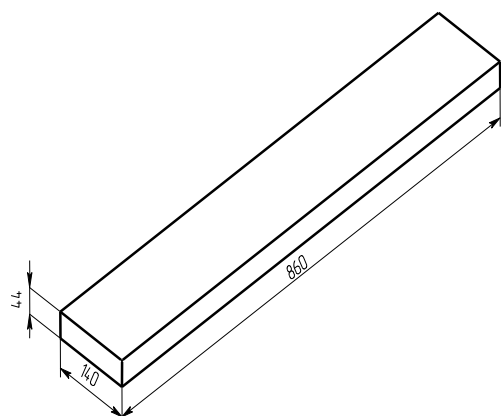


Рис. 1. Отливка «груз»

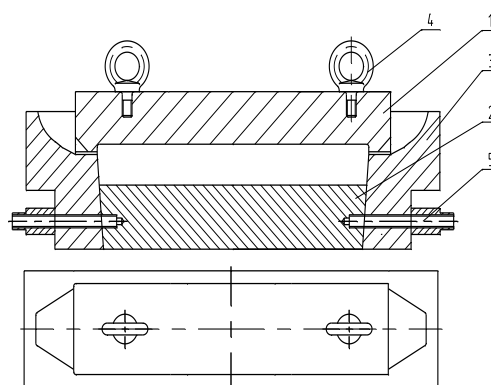


Рис. 2. Кокиль заводского исполнения (схема):

- 1 – полукокиль верх; 2 – полукокиль низ;
3 – чаша литниковая; 4 – проушина; 5 – элементы крепления

Малая стойкость этого кокиля обусловлена прежде всего тем, что его конструкция для рассматриваемой отливки не технологична:

- малая жесткость кокиля при высокой теплоёмкости заливаемого в него металла обуславливает его коробление в вертикальной плоскости. Для верхнего полукокиля это усугубляется ещё и тем, что проушины для его подъёма удалены одна от другой на большое расстояние;

- две литниковые чаши 3 крепятся к нижнему полукокилю посредством болтовых соединений 5. Под влиянием высоких температур (500...600 °С) эти соединения разупрочняются, деформируются, и в результате между литниковой чашей и нижним полукокилем 2 образуется зазор. Это вызывает образование заливов, которые затрудняют извлечение отливки из кокиля, а применение для этой цели кувалды приводит к преждевременному выходу его из строя;

- формообразующая поверхность кокиля выполняется с применением механической обработки (рис. 3). Пластины графитных включений, выходящие на поверхность 2, являясь готовыми к росту микротрещинами, под действием тепловых ударов быстро развиваются, что приводит к разрушению кокиля. При этом литая поверхность 1, где мелкие графитные включения имеют завихрённую форму, сопротивляется тепловым ударам значительно лучше.

Указанные выше конструктивные недостатки усугубляются недостатками в обслуживании кокиля как на стадии подготовки его к работе, так и в процессе производства литья: основная операция разогрева кокиля для нанесения на его рабочую поверхность теплозащитного покрытия производится на заводе двумя-тремя заливками в него жидкого металла. Такая операция не только губительна для кокиля (под воздействием тепловых ударов), но и представляется весьма опасной для кокильщика.

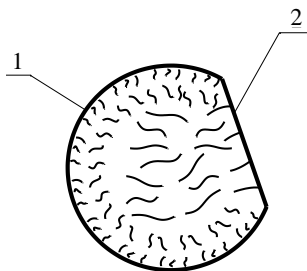


Рис. 3. Схема расположения графитных включений в литой заготовке:

1 – поверхность кокиля литая; 2 – поверхность кокиля механически обработанная

Пути повышения стойкости кокилей. Из анализа причин низкой стойкости кокилей для отливки «груз» просматриваются четыре возможных пути её повышения.

Путь первый – конструкторский. Повышение стойкости на этом пути может быть достигнуто за счёт следующих операций:

- разработки технологичной конструкции кокиля с уменьшением толщины стенки и введением рёбер жесткости. Это улучшит условия отвода тепла от кокиля и повысит его сопротивляемость короблению как на стадии его эксплуатации, так и на стадии получения для него литых заготовок;

- снятие механической обработки с формообразующей поверхности кокиля, что повысит в несколько раз жаростойкость кокиля;

- выполнения двух литниковых чаш как неотъемлемых частей нижнего кокиля, выполненных с ним как одно целое и тоже без механической обработки;

- замены центрирующих штырей направляющими планками.

Схема предлагаемой нами конструкции кокиля представлена на рисунке 4.

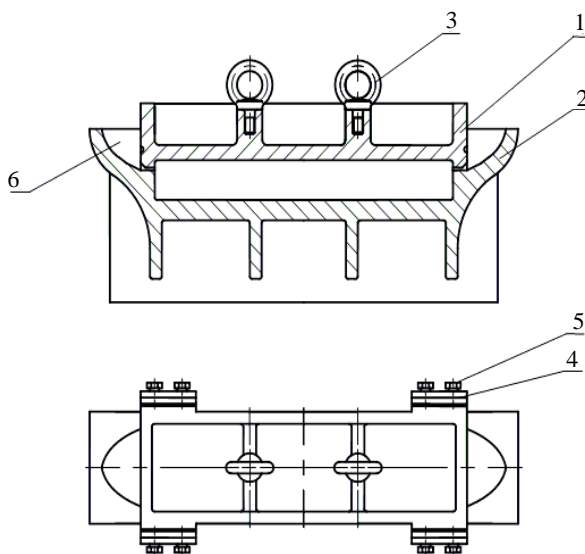


Рис. 4. Кокиль предлагаемой конструкции (схема):

1 – полукокиль верх; 2 – полукокиль низ; 3 – проушина; 4 – планка направляющая; 5 – элементы крепления; 6 – чаша литниковая

Дополнительно (в несколько раз) можно повысить стойкость рассматриваемого кокиля, если к приведенным выше мерам конструкторского плана добавить замену материала: серый чугун с пластинчатым графитом заменить жаростойким чугуном с шаровидным графитом.

Путь второй – технологический; предполагает прежде всего следующее:

- изменение технологии получения заготовок для полукокилей с правильным расположением отливок в форме, рациональным выбором плоскости разъёма модели и формы, правильным определением места подвода жидкого металла в форму, времени заливки и выдержки металла в форме;

- обязательный последующий отжиг литых заготовок для кокиля с целью снятия остаточных литейных напряжений в отливках;

- введение технологических рёбер жесткости дл нижнего полукокиля в целях предупреждения ко-робления отливки при её охлаждении в литейной форме (при разборке кокиля рёбра срезаются);
- повышение температуры и времени выдержки заливаемого в форму жидкого чугуна для измельчения графитных включений;
- модифицирование расплава серого чугуна с целью сфероидизации его графитных включений. Такие включения обладают значительно меньшей надрезающей способностью по сравнению с пластинчатыми, поэтому можно ожидать, что стойкость кокиля только за счёт сфероидизации графитных включений может быть увеличена в 1,5...2,0 раза.

Путь третий – эксплуатационный; предполагает изменение условий эксплуатации кокилей:

- правильную подготовку кокиля к работе с предварительным нагревом до температуры 200...300 °С и нанесением на его формообразующую поверхность теплозащитного покрытия при строгом соблюдении техники и технологии его нанесения;
- периодическую замену теплозащитного покрытия (через 5...6 заливок) с контролем состояния формообразующей поверхности кокиля и качества получаемых отливок;
- отведением тепла от нижней и внутренней поверхности кокиля установкой в кокиль внутреннего холодильника, изготовленного из того же чугуна, из которого отливается «груз». На нагрев такого холодильника (рис. 5) до температуры плавления и его расплавления (как показывает расчёт теплового баланса) затрачивается 40...50 % всего тепла, внесенного в полость литейной формы жидким металлом. Использование внутреннего холодильника не только повысит стойкость кокиля за счёт изменения теплового режима его работы, но также повысит производительность труда кокильщиков и улучшит условия их работы. Такой холодильник, имеющий форму пластины, получается в вытряхном кокиле, общий вид которого представлен на рисунке 6. Размер плиты (её толщина) определяется расчётным путём, а корректируется экспериментально.

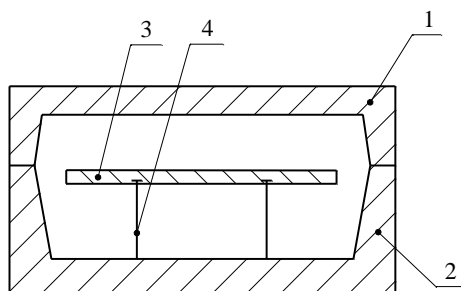


Рис. 5. Кокиль для отливки «груз» с внутренним холодильником (схема):
1 – верхний полукокиль; 2 – нижний полукокиль; 3 – холодильник внутренний; 4 – опора

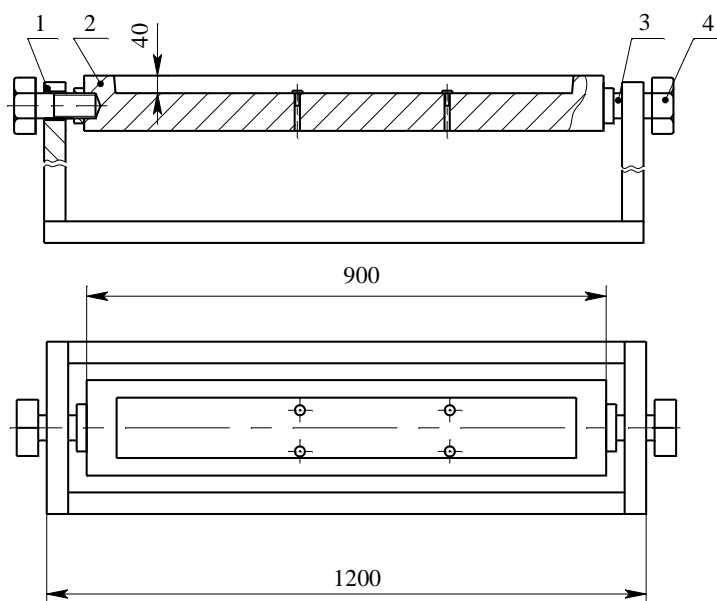


Рис. 6. Кокиль вытряхной для отливки внутреннего холодильника (схема):

1 – станина; 2 – форма чугунная; 3 – контргайка; 4 – болт М 30×25

Путь четвертый – организационный; предполагает изменение в организации работы кокильного участка по изготовлению отливок без применения песчаных стержней. Для этого необходимо:

- вынести этот участок с общей площади литейного цеха на обособленную площадку;
- отвести позицию выбивки отливок «груз» из кокиля от позиции его заливки (использованием специальных рольгангов) на расстояние 8...10 м с целью ускоренного (естественного) охлаждения кокиля и улучшения условий труда кокильщиков;

- строгий контроль технического персонала за организацией работы кокильщиков, соблюдением технологии литья и бережного отношения к кокилям.

Для полного учёта этих требований на введенный в эксплуатацию кокиль составляется технический паспорт, в котором должны находить отражение следующие данные:

- затраты на изготовление кокиля;
- время ввода в эксплуатацию;
- порядок подготовки к работе;
- замеченные повреждения и их причины;
- время пребывания в ремонте;
- дата снятия кокиля с эксплуатации;
- остаточная стоимость кокиля.

Паспорт ведётся мастером кокильного участка под контролем начальника литейного цеха или главного технолога завода.

Рекомендации по увеличению стойкости кокилей. Рассмотренные выше пути повышения стойкости кокиля для отливки «груз» в большой степени (на 70...80 %) приемлемы и для других наименований выпускаемых заводом отливок.

Эти задачи должны решаться следующим путем:

- тщательной отработки на технологичность как конструкций изготавливаемых на заводе кокилей, так и отливаемых в них деталей;

- совершенствования технологии кокильного литья, а также технологии получения заготовок для кокилей;

- улучшения условий эксплуатации кокилей и организации работы кокильного участка.

Выводы. Рассмотрены причины низкой стойкости кокилей, позволившие предложить мероприятия, реализованные на ОАО «Технолит-Полоцк». Это способствовало улучшению условий работы кокильщиков, повышению производительности их труда, снижению себестоимости литья и в конечном счете повышению эффективности кокильного производства на предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литье в кокиль / С.Л. Бураков [и др.]; под ред. А.И. Вейника. – М.: Машиностроение, 1980. – 415 с.
2. Святкин, Б.К. Производство отливок в кокили / Б.К. Святкин, М.Б. Егоров. – М.: Высш. шк., 1989. – 223 с.
3. Справочник по чугунному литью / под ред. Н.Г. Гиршовича – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
4. Специальные способы литья / В.А. Ефимов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1991. – 736 с.
5. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П.А. Руденко [и др.]. – Киев, 1991.

Поступила 11.02.2008