

## 5.2. Отливка гильз цилиндров под слоем флюса

Центробежная отливка заготовок сравнительно толстостенных гильз цилиндров сопряжена с нарушением одностороннего затвердевания отливки в радиальном направлении. В толстостенной отливке, каковой является гильза, на начальных стадиях продвижение фронта кристаллизации от наружной поверхности вовнутрь сильно замедляется, в то же время потери тепла со свободной внутренней поверхности при относительно небольшой длине отливки остаются значительными. В этих условиях охлаждения на внутренней поверхности возникает сплошная корка твердых кристаллов и дальнейшая кристаллизация отливки становится двухсторонней. Два движущихся навстречу друг другу фронта кристаллизации смыкаются внутри стенки отливки, примерно на глубине  $1/3$  от внутренней поверхности, т.е. в рабочей зоне гильзы. При этом усадочные пустоты и неметаллические включения сосредотачиваются также внутри металла, и отливка утрачивает свою плотность, являющуюся одним из преимуществ центробежного литья. Таким образом, металл наихудшего качества оказывается в зоне рабочей поверхности.

На разных заводах с этими дефектами борются различными методами:

- увеличивают припуск на обработку по внутреннему диаметру и выводят усадочные дефекты во внутренний слой (в этом случае увеличивается металлоемкость заготовки);
- усиливают охлаждение заготовки на стадии кристаллизации и “загоняют” усадочные дефекты в тело детали, где они и остаются (в этом случае ухудшается плотность материала детали, ее герметичность и теплопроводность).

В Институте проблем литья (ИПЛ) АН Украины [159] разработана технология отливки гильз цилиндров под слоем жидкого синтетического шлака. Суть способа отливки сводится к уменьшению потерь тепла со

свободной внутренней поверхности и предотвращению на ней преждевременной кристаллизации металла. Наиболее действенной из таких мер является покрытие внутренней поверхности залитого в форму металла слоем жидкого шлака. Шлак устраняет контакт свободной поверхности с циркулирующим в полости воздухом и, обладая низкой теплопроводностью, сам служит теплоизоляцией и также препятствует потерям тепла отливкой за счет лучистого теплоиспускания.

При эффективной теплоизоляции отливки изнутри металл затвердевает нормально, с односторонним движением фронта кристаллизации. В этом случае припуск на обработку по внутренней поверхности имеет минимальное значение и доходит до 2...3 мм.

Использование жидкого шлака возможно путем последовательной заливки флюса и металла или металла и флюса, или подачи флюса на струю металла при его заливке в форму, причем последний способ, как показали исследования ИПЛ, является наиболее эффективным.

Использование жидкого шлака позволяет решить и вторую, не менее важную задачу – рафинирование жидкого расплава от газовых и неметаллических включений. Для этого используется шлак, который обладает рядом специальных свойств: температура плавления шлака должна быть ниже, чем у металла; шлак должен быть инертным к легирующим элементам сплава и обладать высокой рафинирующей способностью по отношению к неметаллическим включениям, в частности, при заливке в форму чугуна, к сульфидным и шлаковым включениям; при смешении с жидким сплавом шлак должен хорошо в нем диспергироваться и затем интенсивно всплывать на свободную внутреннюю поверхность отливки.

Литейный шлак, образующийся в плавильной печи при выплавке чугуна, не обладает совокупностью перечисленных свойств. Поэтому для рафинирования чугуна выплавляют специальные синтетические флюсы, химический состав которых соответствует характеристике и марке обрабатываемого сплава. В частности, для чугуна (применяемого для гильз

тракторных и комбайновых дизелей на ПО “Киевтрактородеталь”) рекомендуют флюс следующего химического состава (% мас.): 4,3 % CaO; 1,1 % MnO; 16,3 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 19,1 % NaO; 2,1 % FeO; 28,3 % CaFe<sub>2</sub>. Температура плавления флюса около 1000 °С. Флюс выплавляют и перегревают на 50...100 °С выше температуры заливаемого сплава в специальной индукционной электропечи. В перегретом состоянии флюс подают на струю чугуна, заливаемого во вращающуюся форму. Форма при этом вращается с пониженной скоростью, чтобы заполнение ее металлом происходило в режиме дождевания. Флюс в турбулентном потоке диспергируется и активно рафинирует чугун от неметаллических включений. Затем частоту вращения изложницы увеличивают до номинальной, при которой металл освобождается от частиц флюса и затвердевает.

Для массового производства, где печная обработка флюсами вызывает организационные трудности и ведет к дополнительным расходам энергии, разработана другая технология, основанная на применении экзотермических смесей. Смесью гранулируют и с помощью специального устройства засыпают на струю чугуна, заливаемого в изложницу. При этом смесь возгорается и образует флюс, разогревающийся до 1400 °С. Далее процесс рафинирования протекает, как и в первом варианте. Состав экзотермической смеси: 12 % алюминиевого порошка; 8 % силинокальция; 20 % немагнитной фракции стального порошка; 14 % селитры натриевой; 20 % силикат-глыбы; 26 % плавикового шпата. Температура воспламенения смеси 450 °С. Оптимальное количество экзотермической смеси 1,5 % от массы заливаемого чугуна. Химический состав экзотермического флюса после его тепловой обработки в контакте с жидким чугуном оказывается тождественным вышеописанному флюсу. Идентичными являются и результаты действия обоих флюсов.

Разработанная ИПЛ АН Украины технология отливки заготовок гильз цилиндров под слоем шлака использована автором при создании технологии управления структурообразованием гильз цилиндров и является одним из ее необходимых элементов.