

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ  
СИСТЕМЫ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБОР  
ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ**

**И. Н. Прусенко**

*Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. Б. Одарченко, канд. техн. наук, доц.

При получении фасонных отливок, в первую очередь, из черных сплавов огромное значение имеет такой элемент литейной формы, как литейный стержень, поскольку он определяет качество внутренних поверхностей отливок, характеризует

размерную, геометрическую точность, шероховатость поверхности, а также развитие дефектов на данных поверхностях, что формирует эксплуатационные свойства отливки, ее себестоимость.

Говоря о технологиях изготовления литейных стержней, следует отметить, что они постоянно модернизируются, создаются новые, отвечающие современным требованиям литейного производства. Однако в настоящее время на предприятиях нашего государства во многом применяют изжившие себя технологические процессы изготовления литейных стержней. Это, в первую очередь, процессы отверждения стержней по нагреваемой оснастке. В индустриально развитых странах горячие процессы признаны экономически и экологически неэффективными и первостепенное внимание уделяется процессам изготовления литейных стержней из холоднотвердеющих смесей. В настоящее время происходит активное технологическое перевооружение стержневых отделений многих отечественных предприятий, однако принимая ту или иную технологию, не всегда понятны принципы выбора.

Классическое разделение технологических процессов базируется на разделении их по применяемым типам стержневых смесей (песчано-смоляные, песчано-сульфитные, песчано-жидкостекольные, песчано-цементные, песчано-масляные); видам смесей (сыпучие, жидкие, пластичные); по характеру отверждения (поликондексация, полимеризация, одноступенчатая полимеризация, ступенчатая полимеризация, радикальная полимеризация и др.); по способу отверждения (в холодной оснастке, в нагреваемой оснастке, вне оснастки). Кроме того, технологические процессы, отверждаемые в холодной оснастке, разделяют, исходя из применения жидких, порошкообразных, газообразных отвердителей или катализаторов. Технологические процессы, отверждаемые в оснастке под воздействием тепла, классифицируют на процессы, отверждаемые в горячей оснастке, в нагреваемой оснастке и процессы получения оболочковых стержней.

Такая классификация раскрывает общие сведения о сущности и некоторых особенностях технологических процессов, частично характеризует их возможности, но не дает представление о качестве будущего литейного стержня, возможности возникновения специфических дефектов, точности внутренних поверхностей отливок, воздействия на окружающую среду и человека, не устанавливает взаимосвязь с производительностью, стоимостными показателями.

В настоящее время можно выделить более десяти широко распространенных технологий для изготовления литейных стержней различной конфигурации и серийности производства: технологические процессы по bake (furan, alfa-set, pep-set, phenolic, alkid oil); технологические процессы с применением газовых катализаторов (cold-box amin, carbophen, эпокси SO<sub>2</sub>) или отвердителей (beta-set); технологические процессы с применением термического катализа (hot box, warm box, croning).

Важно разобраться, что данные процессы представляют собой с точки зрения производства. При рассмотрении данного вопроса и разработке классификации технологических процессов в основу были положены свойства литейных стержней, представленные технологии их получения и их взаимосвязь с процессами, происходящими при заливке расплавом.

Процессы механического взаимодействия литейного стержня с расплавом обусловлены силовыми нагрузками, которые испытывает литейный стержень при заливке расплавом: гидростатическое давление расплава, гидродинамическое и эрозивное воздействие на поверхность стержня. Соответственно, литейные стержни должны удовлетворять определенным требованиям по общей и поверхностной

прочности для предупреждения разрушения, сохранения целостности стержня и формирования требуемой шероховатости отливки.

Кроме того, следует учитывать, что в процессе кристаллизации отливки (усадка металла) стержень формирует и подвергается воздействию различных по своему характеру сил (растягивающих, сжимающих, изгибающих), возникающих в результате препятствия свободной усадке сплава, что создает условия для возникновения внутренних напряжений и деформаций как в отливке, так и в стержне. Поэтому при определенных прочностных показателях литейный стержень параллельно должен обладать пластичными свойствами, обеспечивающими возможность сопровождения объемных и линейных расширений отливки.

В результате термического взаимодействия жидкого металла и литейного стержня происходит термическая деструкция связующих компонентов, расплавление балластных материалов наполнителя и образование легкоплавких эвтектик. Кроме этого, литейный стержень является интенсификатором процессов охлаждения, кристаллизации сплава отливки. Интенсивность отвода тепла от металла формирует структуру поверхностного слоя внутренних полостей отливки, влияет на ее механические свойства. Поэтому технологический процесс должен обеспечивать литейный стержень наряду с прочностными характеристиками, податливостью и необходимой огнеупорностью, термостойкостью, теплопроводностью.

Процессы химического взаимодействия характеризуются протеканием химических реакций между расплавами эвтектик диоксида кремния, силикатсодержащих минеральных примесей, входящих в состав огнеупорного наполнителя, и химическими элементами, и оксидами металлов расплава. Реакциями химической деструкции компонентов стержневой смеси, сопровождающимися газообразованием. Химической диффузией соединений азота, серы и фосфора в сплав отливки в результате взаимодействия органических компонентов связующей системы стержневой смеси с жидким расплавом.

Исходя из чего, технологический процесс должен обеспечивать химическую инертность к заливаемому металлу, необходимую газопроводность, минимальное газообразование.

Среди представленных технологических параметров технология производства литейных стержней должна учитывать стоимость формовочных материалов, оснастки, затраты на ТЭР, выделение вредных и токсичных веществ.

В этом аспекте была разработана комплексная классификационная система, характеризующая эффективность применения технологических процессов изготовления литейных стержней (рис. 1).

В ней, с одной стороны, установлена взаимосвязь между базовыми характеристиками технологического процесса, параметрами качества литейных стержней, экологическими показателями, показателями энерго- и ресурсоэффективности технологии. С другой стороны – взаимосвязь между перечисленными критериями и возможной областью применения технологических процессов (вид сплава, сложность литейных стержней, серийность производства и др.).

Практическое применение разработанной классификационной системы обеспечивает возможность осуществлять оптимальный выбор стержневых технологий для производства отливок заданной номенклатуры, особенно в отношении новых, динамично развивающихся зарубежных технологий изготовления литейных стержней.

