

УДК 624. 71

Белобров Е. А., Белобров Е. Л., Приходько О. В., Абдулов А. Р.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕКСТРИНА КАК СВЯЗУЮЩЕГО В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основными компонентами формовочных и стержневых смесей являются песок, как огнеупорный наполнитель, и связующие. Функция связующих материалов – связывание отдельных зерен огнеупорного наполнителя и придание формовочным и стержневым смесям пластичности при уплотнении и прочности при их изготовлении. В качестве минерального связующего в смесях чаще всего применяют формовочную глину.

При изготовлении стержневых смесей добавка формовочной глины не обеспечивает получения надлежащей прочности стержней, поэтому в смеси вводят другие связующие добавки, обладающие более высоким значением удельной прочности.

Следует отметить, что в 50–60-е годы прошлого века литейное производство по части связующих располагало весьма скудными возможностями. Главными связующими для литейного производства в те годы были лигносульфонат технический, патока, декстрин и жидкое стекло. Среди этих связующих по своему качеству и техническим возможностям декстрин [1], занимал первое место. С распадом СССР производство важнейших литейных связующих, в частности лигносульфоната технического, фурановых и фенолоформальдегидных смол, оказалось за пределами Украины.

В связи с этим нынешняя ситуация со связующими для литейного производства в Украине сходна с той ситуацией, которая существовала в бывшем СССР в 50–60-е годы прошлого века.

Для более полной и предметной оценки значения декстрина как связующего дадим краткую классификацию стержней [2], изготавливаемых с использованием всех разновидностей связующих, в том числе декстрина.

К I классу стержней относят стержни сложной конфигурации с очень тонкими сечениями, сильно омываемые металлом, имеющие малочисленные узкие знаки, образующие в отливках ответственные малодоступные необрабатываемые внутренние полости. Примером стержней этого класса могут служить ажурные стержни для моторного литья.

Стержни II класса – стержни сложной конфигурации с компактной или даже массивной частью, имеющие очень тонкие ребра, выступы или перемычки, обладающие более развитыми знаками, чем стержни первого класса, и образующие в отливках необрабатываемые внутренние полости. К этому классу относятся, например, стержни головок блока автомобильных и авиационных двигателей, сложные стержни компрессоров и др.

III класс стержней – центровые стержни средней сложности, не имеющие особо тонких частей, опирающиеся на массивные знаки, образующие в отливках необрабатываемые полости, к чистоте поверхности которых предъявляются повышенные требования. Примером стержней третьего класса могут служить кусковые (наборные) стержни картеров, рубашек.

К IV классу относятся стержни несложной конфигурации, образующие в отливках внутренние обрабатываемые полости. К этому же классу относятся стержни, образующие необрабатываемые полости, к качеству поверхности которых не предъявляется особых требований, а также внешние (обставные) стержни средней и малой сложности.

V класс стержней – массивные стержни, образующие большие внутренние полости, при изготовлении крупных и тяжелых отливок. Примером стержней пятого класса могут служить центральные стержни станин в станочном производстве.

Согласно классификации, предложенной А. М. Ляссом [2, 3], связующие материалы делятся на три группы в зависимости от удельной прочности на разрыв в сухом состоянии, придаваемой стержням и выражаемой в виде:

$$R_{y\partial} = \frac{\sigma_p}{\%C_{\partial}},$$

где σ_p – прочность на разрыв сухого образца, $\times 10^5$ Па;
 $\%C_{\partial}$ – содержание связующего в смеси, %.

Согласно вышеупомянутой классификации, к I группе относятся органические и неорганические связующие, имеющие максимальную удельную прочность ($R_{y\partial} > 5$). К таким связующим можно отнести олифу, льняное масло, пульвербакелит, крепители С, П, ПТ, КФ-90, жидкое стекло.

Самой низкой удельной прочностью ($R_{y\partial} < 3$) обладают связующие материалы III группы: глины, древесный пек, канифоль, патока, лигносульфонат технический (далее ЛСТ).

Декстрин по своей удельной прочности, придаваемой смесям, занимает место во II группе, которая характеризуется средней величиной ($3 < R_{y\partial} < 5$), т. е. он занимает среднее положение в классификации связующих в зависимости от удельной прочности на разрыв в сухом состоянии. Исходя из вышеизложенного, относительно области применения декстрина как стержневого связующего, можно констатировать следующее: изготовление стержней II и III классов при условии добавления в составы смесей небольших количеств гидрофобных связующих типа 4ГУ-П, АЗМОЛ УСК, КО. Без этих добавок смеси с декстрином пригодны только для изготовления стержней IV и V классов. Для изготовления стержней I класса декстрин, как связующее, непригоден.

Целью настоящей работы стала лабораторно-техническая проработка стержневых смесей, содержащих в качестве связующего в своем составе декстрин. Для этого были изучены такие технологические свойства смесей, как газопроницаемость, влажность, механическая прочность и текучесть [3, 4].

Работы выполнялись совместно с коллективным научно-производственным предприятием «Формовочные материалы Украины». В исследованных стержневых смесях, кроме декстрина, использовались следующие материалы:

- вольногорский кварцевый песок;
- часовярский тощий песок с содержанием глинистой составляющей 4–10 %;
- порошковый бентонит производства ОАО «Завод утяжелителей»;
- связующие: лигносульфонат технический жидкий (ЛСТЖ), 4ГУ-П, АЗМОЛ УСК, олифа «Оксоль».

Всего было проработано 20 составов смесей с различными сочетаниями песков, глин и связующих. Составы смесей, свойства которых показали наилучшие результаты, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Составы смесей, показавших приемлемые результаты

Наименование исходных материалов	Содержание компонентов в различных смесях, % масс.						
	1	2	3	4	5	6	7
Кварцевый песок	78	78	78	78	97	97	97
Часовярский тощий песок	20	20	20	20	–	–	–
Порошковый бентонит	2	2	2	2	3	3	3
ЛСТЖ	–	2	–	–	–	2	–
Декстрин	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5
4ГУ-П	–	0,5	0,5	–	–	–	0,5
АЗМОЛ УСК	–	–	–	0,5	–	–	–
Вода	До влажности 3,5–4,0 %						

Физико-механические свойства этих смесей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства смесей

Наименование физико-механических свойств смесей и их размерности	Значение физико-механических свойств смесей, составы которых приведены в табл. 1						
	1	2	3	4	5	6	7
Газопроницаемость, ед.	102	193	163	163	102	138	163
Влажность, %	4,0	2,6	2,6	2,6	4,0	2,6	2,4
$\sigma_в$ сырых образцов, кПа	20	25	29	34	27	18	27
σ_p сухих образцов (сушка в течение 1 часа при 160–180 °С, МПа)	0,7	0,72	0,58	0,47	1,22	0,7	0,87
Текучесть, %	59	70	69	49	41	40	52

Стержневые смеси с декстрином можно приготавливать в любых смесителях, соблюдая следующий порядок загрузки компонентов и время их перемешивания:

- песок + бентонит + декстрин – 2 мин;
- жидкие связующие (ЛСТЖ, АЗММОЛ УСК, 4ГУ-П, олифа) – 5 мин (до достижения требуемой сырой прочности).

Наилучшие во всех отношениях результаты показали смеси № 2 и 3 с часовярским тощим песком и небольшими добавками связующего 4ГУ-П, которое устраняет комкуемость смесей и придает им хорошую текучесть, что обеспечивает плотную набивку стержней, отсутствие на их поверхностях рыхлот. Эти смеси следует использовать для изготовления ажурных, тонкостенных стержней. Для предприятий, не располагающих часовярским тощим песком, рекомендуем смесь № 7 на кварцевом песке. Добавление в нее 0,5 % связующего 4ГУ-П позволяет получить приемлемую текучесть (51 %) при сохранении высокой прочности после тепловой сушки.

Практически все смеси обладают достаточной прочностью в сыром состоянии (18–34 кПа), что позволяет использовать их для изготовления достаточно высоких стержней с отношением высоты к поперечному размеру до 3. Смесей 5, 6 рекомендуются для изготовления достаточно крупных и простых по конфигурации стержней массой до 150–200 кг. При отсутствии связующего 4ГУ-П, можно в качестве технологической добавки использовать связующее АЗМОЛ УСК (смесь 4).

Добавление в смеси связующих типа олифы, 4ГУ-П, АЗМОЛ УСК благоприятно влияет на их текучесть, существенно повышая ее, но вместе с тем снижает сухую прочность. Умеренное содержание этих связующих, порядка 0,5 %, незначительно снижает прочность смеси. При этом снижается также гигроскопичность сухих стержней, что является благоприятным обстоятельством.

Для приготовления смесей с декстрином в качестве основного связующего, можно использовать, кроме вольногорского, также другие кварцевые пески с индексом зернистости 02 Ореховского и Староверовского месторождений. Вполне применим для приготовления стержневых смесей также более крупный кварцевый песок марки 3К₂О203 по ГОСТ 2138-91, поставляемый ОАО «Гусаровский горно-обогатительный комбинат формовочных материалов». Этот песок обязательно надо использовать в сочетании с более мелким по зерновому составу часовярским тощим песком.

Термодеструкция стержней на декстрине, как связующем, начинается при 180 °С и полностью заканчивается при 370–380 °С. При 300 °С декстрин за счет термодеструкции и выделения летучих газов теряет 50 % своей сухой массы. Из этого следует, что стержни с декстрином надо сушить при 160–180 °С. При более высоких температурах будут происходить обгар стержней и снижение их прочности.

В связи с более низкой температурой сушки необходимо несколько увеличивать общую продолжительность сушки на 10–15 %. При применении водных противопопригарных красок стержни необходимо дважды окрашивать: первый раз – до сушки, второй раз – после сушки при температуре стержней 60–80 °С. При этом полное высыхание краски происходит за счет остаточного тепла стержней. Окрашенные в первый раз стержни перед их загрузкой в сушило надо выдержать 1,0–1,5 часа.

Для окрашивания стержней вполне приемлемо применение быстросохнущих красок, однако окрашивание следует производить после охлаждения стержней до 30 °С.

Готовые стержни можно хранить до 3 суток. Более длительное хранение, особенно в осенне-зимний период, может приводить к насыщению стержней влагой. В этом случае стержни перед простановкой их в формы необходимо кратковременно (1,0–1,5 часа) подсушивать в камерном сушиле или газовой горелкой.

Как следует из результатов, полученных нами, информация о высокой гигроскопичности стержней с декстрином при их хранении является несколько преувеличенной.

Тщательное соблюдение вышеизложенных рекомендаций даст положительные результаты, как по качеству литья, так и с точки зрения экономической эффективности.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что стержневые смеси с декстрином демонстрируют высокие свойства, что позволяет использовать их вместе с другими формовочными материалами и применять для изготовления различных стержней. Стержневые смеси с часовоярским песком и небольшими добавками связующего 4ГУ-П позволяют получать стержни с высокими технологическими свойствами, приводящими к снижению брака при производстве ажурных и тонкостенных стержней.

Установленные в работе результаты позволяют отметить, что совместное действие связующих 4ГУ-П, АЗМОЛ УСК и декстрина приводит к увеличению текучести смеси и улучшению заполняемости стержневых ящиков.

Анализ полученных данных позволил дать рекомендации по использованию декстрина с различными типами песков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 6034-74. Декстрины. Технические условия; введ. 1975-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 11 с.
2. Голофаев А. М. Технология литейной формы: Учебное пособие / А. М. Голофаев, В. И. Лагута, Г. В. Хинчагов. – Луганск : изд. СЛУ, 2001. – 264 с.
3. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия / А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др. – М. : Машиностроение, 2006. – 507 с.
4. Формовочные материалы и смеси / С. П. Дорошенко, В. П. Авдокушин, К. Русин и др. – К. : Вища школа, 1990. – 416 с.

Статья поступила в редакцию 28.11.2011 г.