

## УДК 621.74

А.В. ТИТОВ, аспирант (НГТУ им. Р.Е. Алексеева)  
Научный руководитель И.О. ЛЕУШИН, д.т.н., профессор  
(НГТУ им. Р.Е. Алексеева)  
г. Нижний Новгород

### ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА – МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗУПРОЧНЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Одной из наиболее трудоёмких операций в литье является выбивка стержней. Так, при изготовлении крупных стальных отливок с применением жидкостекольных смесей удаление стержня становится очень серьёзной проблемой. В таких случаях обычные методы выбивки стержней не эффективны; как следствие, часто бывают применены установки для электрогидравлической выбивки, действие которых основано на соответствующем эффекте. Однако для тонкостенных отливок и отливок из малопрочных сплавов эти установки применять не рекомендуется, поскольку в процессе удаления стержня велика вероятность разрушения самой отливки.

Существует несколько основных направлений решения проблемы затруднённой выбивки стержней:

- снижение количества связующего в смеси;
- применение физических воздействий;
- использование пустотелых (оболочковых) стержней;
- применение разупрочняющих добавок.

Для возможности осуществления первого направления необходимо компенсировать некоторую потерю манипуляторной и эксплуатационной прочности стержня из-за снижения количества связующего. В этом случае в смесь добавляют компоненты, которые сначала упрочняют стержень, а затем, на этапе выбивки, не препятствуют его разупрочнению [1, 2, 3]. Однако действие таких добавок часто бывает недостаточным для эффективной выбивки стержня.

К физическим воздействиям относится рассмотренная выше электрогидровыбивка, а также обработка связующих материалов ультразвуком, высокочастотной вибрацией, электромагнитными полями и т.д. [4, 5]. Главный недостаток всех этих методов в том, что для их осуществления требуется специальное дорогостоящее оборудование.

Отметим, что область применения оболочковых стержней ограничивается их конфигурацией. Изготовление стержней, представляющих собой открытые оболочки, обычно не вызывает затруднений, — однако изготовить цельный пустотелый стержень с закрытой полостью весьма непросто, а порой и невозможно (по крайней мере, традиционными методами). В патентной литературе описаны способы изготовления «псевдооболочковых» стержней [6, 7]. Например, при изготовлении стержня предлагается вводить в его «сердцевину» коагулянт, препятствующий упрочнению внутренней его части [7]. Таким образом, необ-

ходимость прочность стержня будет получена только в его поверхностных слоях, что значительно улучшит выбиваемость. Однако этот способ не получил широкого распространения из-за невозможности изготавливать стержни сложной конфигурации пескострельным и пескодувным методами.

Наиболее рациональным способом улучшения выбиваемости стержней является применение специальных разупрочняющих добавок. Они могут быть жидкими или порошкообразными, а также могут добавляться в связующее вещество или в стержневую смесь в процессе её изготовления. К сожалению, дефицитность и высокая стоимость не позволяют широко использовать некоторые весьма эффективные добавки.

Одно из возможных решений этой проблемы — применение для разупрочнения стержней отходов различных производств. Широкое распространение в данном аспекте получили:

- отходы металлургического производства;
- отходы химических производств;
- отходы целлюлозно-бумажного производства;
- отходы кожевенного производства;
- отходы переработки продуктов растительного и животного происхождения.

Отходы металлургического производства чаще всего представляют собой шлаки, в состав которых может входить двухкальциевый силикат, способствующий снижению остаточной прочности стержня. Феррохромовый шлак может применяться не только в качестве разупрочняющей добавки, но и как отвердитель для смесей на основе жидкого стекла [8, 9, 10, 11].

Известны многочисленные рецепты стержневых смесей, в которых для облегчения выбивки стержней используются отходы химических производств. Среди них отработанные катализаторы при производстве синтетического каучука [12, 13, 14, 15], отходы переработки нефти [16], отходы производства поливинилхлорида [17], ацетилена и этилена [18], производства искусственных волокон [19].

Отходы целлюлозно-бумажного и кожевенного производств также могут быть успешно применены для снижения остаточной прочности трудновыбиваемых литейных стержней [20, 21].

Действие разупрочняющих добавок, полученных из отходов переработки продуктов растительного и животного происхождения [22, 23, 24], основано главным образом на том, что из-за их выгорания нарушается сплошность плёнки связующего материала. Это, в свою очередь, способствует снижению работы выбивки стержня. Такие добавки, равно как и все органические, эффективно разупрочняют стержень при относительно низких температурах ( $300\div 700^{\circ}\text{C}$ ); соответственно, для расширения температурного интервала срабатывания их лучше применять совместно с другими добавками, влияние которых начинается при более высоких температурах.

Несмотря на существующие положительные примеры [25, 26, 27], использование бытовых отходов для разупрочнения стержневых смесей крайне за-

труднительно. Основная причина этого состоит в сложности предварительной подготовки (сортировка, очистка, сушка, размол до мелкой фракции и др.).

Таким образом, применение отходов различных производств в качестве разупрочняющих добавок для стержней позволяет:

- расширить ассортимент используемых стержневых материалов;
- заменить некоторые дефицитные и дорогостоящие материалы более дешёвыми;
- частично решить проблему вторичного использования отходов.

Однако использование отходов предъявляет ряд дополнительных требований к разупрочняющим добавкам:

- процесс подготовки добавок не должен быть слишком затратным;
- отходы для производства добавок должны скапливаться на предприятиях в достаточном количестве;
- транспортировка и хранение не должны вызывать значительных затруднений;
- добавки должны быть экологичными (под этим понимается прежде всего безопасность их применения).

Таким образом, необходимо с одной стороны стремиться к эффективной переработке вредных отходов, а с другой — улучшать условия труда рабочих-литейщиков.

#### Список литературы:

1. А. с. **1380830 СССР, МКИ В 21 С 1/00, В 22 С 1/20**. Смесь для изготовления литейных форм и стержней. М.Г. Чернявская, И.В. Морозов, Е.К. Аверин. Оpubл. 15.03.1988. Бюл. №10.
2. А. с. **1770023 СССР, МКИ В 22 С 1/02, 1/18**. Связующая композиция для формовочных и стержневых смесей. И.С. Сычев, В.А. Скаженник, В.Н. Киселев, В.И. Жморщук, А.А. Лимонова. Оpubл. 23.10.1992. Бюль. №39.
3. А. с. **1704899 СССР, МКИ В 22 С 1/02, 1/16**. Смесь для изготовления литейных форм и стержней. И.С. Сычев, В.А. Скаженник, А.А. Лимонова, В.И. Жморщук. Оpubл. 15.01.1992. Бюль. №2.
4. А. с. **1360876 СССР, МКИ В 22 С 5/04, 1/18**. Способ приготовления связующего для литейных форм и стержней. Д.М. Кукуй, Ю.П. Ледян, А.Е. Иоде, В.Ф. Одинокко, С.И. Чигир, Б.Ф. Дудецкий. Оpubл. 23.12.1987. Бюль. №47.
5. А. с. **1673247 СССР, МКИ В 22 С 1/18, 5/04**. Способ приготовления модифицированного жидкостекольного связующего для изготовления литейных форм и стержней. С.П. Мартюк, Ю.Е. Шамарин, А.Л. Садомский, Т.К. Стеценко, А.М. Глазман. Оpubл. 30.08.1991. Бюль. №32.
6. А. с. **514657 СССР, МКИ В 22 С 9/00, 3/00**. Способ изготовления литейной формы. А.В. Колонин, Н.И. Растимешин, М.Г. Шувалов. Оpubл. 25.05.1976. Бюль. №19.

7. **А. с. 1028415 А СССР, МКИ В 22 С 9/00.** Способ изготовления литейных форм и стержней. Х.И. Вишняков, В.И. Жморщук, В.А. Скаженник, И.С. Сычев. Оpubл. 15.07.1983. Бюль. №26.
8. **А. с. 1174149 А СССР, МКИ В 22 С 1/02, 1/18.** Смесь для изготовления литейных стержней. Ю.П. Васин, З.М. Васина, В.И. Касаткин, В.С. Пушкарев, М.М. Бортников, В.Г. Гурлев. Оpubл. 23.08.1985. Бюль. №31.
9. **А. с. 1435366 А1 СССР, МКИ В 22 С 1/00, 1/18.** Смесь для изготовления литейных форм и стержней. В.И. Малихтарович, Т.В. Мурашкевич, Э.Д. Подлозный. Оpubл. 07.11.1988. Бюль. №41.
10. **А. с. 1299012 А1 СССР, МКИ В 22 С 1/18.** Смесь для изготовления литейных форм и стержней, отверждаемая углекислым газом. Ю.М. Юнович, В.Г. Шувалов, С.С. Жуковский, Е.И. Дасавицкий, А.Г. Емельянов, М.Л. Мельман, В.П. Чичкан, А.И. Шагов, Д.А. Кузнецов. Оpubл. 30.06.1992. Бюль. №24.
11. **А. с. 1540923 А1 СССР, МКИ В 22 С 1/00, 1/18.** Жидкая самотвердеющая смесь для изготовления литейных форм и стержней. Ю.В. Галибов, А.В. Шумихин, В.С. Радя, А.В. Лукьянчук. Оpubл. 07.02.1990. Бюль. №5.
12. **А. с. 1054993 СССР, МКИ В 22 С 1/18.** Связующее для формовочных и стержневых смесей. И.С. Сычев, В.А. Скаженник, Н.А. Лунева, Г.Д. Конюх. Оpubл. 15.12.1984. Бюль. №46.
13. **А. с. 1181774 СССР, МКИ В 22 С 1/02.** Разупрочняющая добавка для жидкостекольных смесей. И.С. Сычев, К.И. Вишняков, В.А. Скаженник, А.А. Лимонова, Г.Д. Конюх. Оpubл. 30.09.1985. Бюль. №36.
14. **А. с. 1328056 СССР, МКИ В 22 С 1/00, 1/02.** Добавка для жидкостекольных смесей. Р.В. Порхунов, Л.П. Мирсанова, Ю.Д. Кузьмин, П.А. Михалёв, С.Б. Зеленина, Б.Л. Суворов, Г.Д. Конюх. Оpubл. 07.08.1987. Бюль. №29.
15. **А. с. 963179 СССР, МКИ В 22 С 1/16.** Жидкостекольное связующее. Х.И. Вишняков, Г.Д. Конюх, Н.А. Лунева, В.А. Скаженник, И.С. Сычев, В.Ф. Антипенко. Оpubл. 30.11.1984. Бюль. №44.
16. **Пат. 2051002 РФ, МПК В22С 1/26, 1/18, 1/10.** Формовочная смесь для стального литья: № 4948456/02: заявл. 19.04.1991: опубл. 27.12.1995 / Тагиев Э. И., Аббасов Ч.А., Худиев А.Т., Задаев Р.Р., Аббасов М. И., Мамедов Э.И., Гусейнов А.М., Гасанов Т.Л. – 6 с.
17. **Пат. 2495731 РФ, МПК В22С 1/18 (2006.01).** Смесь для изготовления литейных форм и стержней: № 2012130114/02: заявл. 16.07.2012: опубл. 20.10.2013 / Леушин И.О., Алексеенко А.Л., Грачев А.Н. – 7 с.
18. **А. с. 1222390 СССР, МКИ В 22 С 1/00, 1/02.** Состав смеси для изготовления литейных форм и стержней. С.П. Дорошенко, К.И. Ващенко, Н.А. Осипова, Н.А. Кидалов, О.М. Рубцова, А.А. Драчнев, Н.И. Конин. Оpubл. 07.04.1986. Бюль. №13.
19. **А. с. 1353562 СССР, МКИ В 22 С 1/02, 1/16.** Смесь для изготовления литейных форм и стержней. Е.И. Бельский, В.С. Комаров, Д.М. Кукуй, С.В. Кузнецов, Е.В. Карпинчик, И.Ф. Александрович. Оpubл. 23.11.1987. Бюль. №43.
20. **Пат. 2405648 РФ, МПК В22С 1/18 (2006.01).** Смесь для изготовления литейных форм и стержней: № 2009131773/02: заявл. 21.08.2009: опубл. 10.12.2010 / Леушин И.О., Маслов К.А. – 6 с.

21. **А. с. 1503972 А1 СССР, МКИ В 22 С 1/18, 1/02.** Смесь для изготовления литейных форм и стержней. Д.М. Кукуй, А.А. Клышко, В.И. Стельмах, С.В. Гарбуз, В.И. Масилевич, А.М. Шешко. Оpubл. 30.08.1989. Бюль. №32.
22. **А. с. 814548 СССР, МКИ В 22 С 1/18.** Связующее для формовочных и стержневых смесей. И.С. Сычев. Оpubл. 23.03.1981. Бюль. №11.
23. **Пат. 2472598 РФ, МПК В22С 1/00 (2006.01).** Смесь для изготовления литейных форм и стержней: № 2011134128/02: заявл. 12.08.2011: опубл. 20.01.2013 / Кидалов Н.А., Осипова Н.А., Шумихин Д.В., Поташова И.Е., Алиев Д.О., Киселев И.В. – 9 с.
24. **А. с. 1696091 А1 СССР, МКИ В 22 С 1/02, 1/18.** Смесь для изготовления литейных стержней. Б.Д. Тотурбиев, Ш.Д. Батырмурзаев. Оpubл. 07.12.1991. Бюль. №45.
25. **Пат. 2298449 РФ, МПК В22С 1/18 (2006.01).** Легковыбиваемая жидкостекольная смесь и способ её приготовления: № 2005118912/02: заявл. 17.06.2005: опубл. 10.05.2007 / Евстигнеев А.И., Петров В.В., Дмитриев Э.А., Тютина Е.А. – 5 с.
26. **Пат. 2292980 РФ, МПК В22С 1/16 (2006.01).** Смесь для изготовления литейных форм и стержней: № 2004137563/02: заявл. 22.12.2004: опубл. 10.02.2007 / Якимов В.И., Петров В.В., Дмитриев Э.А., Марьин Б.Н., Паниван В.П., Иванов Ю.Л., Якимов А.В., Зелинский В.В., Сузько Н.В. – 4 с.
27. **Пат. 2288804 РФ, МПК В22С 1/16 (2006.01).** Смесь для изготовления литейных стержней: № 2004137561/02: заявл. 22.12.2004: опубл. 10.12.2006 / Якимов В.И., Петров В.В., Дмитриев Э.А., Марьин Б.Н., Паниван В.П., Иванов Ю.Л., Якимов А.В., Захарова Н.В., Муравьев В.И. – 4 с.