

сетки из стеклоткани, так как они разрываются. Отмечается, что производство отливок «фирмам»-процессом наряду с предупреждением образований инородных включений в отливках повышает их прочность и твердость. Прочность на разрыв серого чугуна на стандартных литых образцах повышалась с 230-260 до 246-280 МПа, т.е. в среднем на 5-7%, а твердость – с НВ 179+196 до НВ 187+207, т.е. в среднем на 7%. При этом разницы в микроструктуре образцов, отлитых без фильтровальной сетки и с сеткой из стеклоткани, как по включениям графита, так и металлической матрицы, не обнаружено.

Фильтровальные сетки из вспененной керамики представляют собой пористые блоки толщиной 25 мм из смеси полиуретана и керамики, в основном окиси алюминия.

Каждый из рассмотренных типов фильтровальных сеток имеет преимущество и недостатки. Целесообразность использования их в производстве определяется в каждом конкретном случае с самими производителями.

УДК 621.745.669.13

### **Особенности регенерации холоднотвердеющих смесей**

Студент гр. 104310 Макаренко С.А.

Научный руководитель – Соболев В.Ф.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

С развитием холоднотвердеющих смесей регенерация их приобретает все большее значение. Выбор способа регенерации зависит от используемой системы связующих. Стоимость системы мокрой регенерации составляет 40 – 50 тыс. дол. на 1 т регенерата в 1 ч при стоимости эксплуатационных расходов 5 – 10 дол./ч. Обычно это установки низкой производительности – от 2 до 5 т/ч. Для сушки регенерата требуются дополнительные затраты энергии, расход воды около 750 л на 1 т смеси. До развития сухой регенерации существовало несколько установок мокрой регенерации для смесей с органическими связующими. Но этот способ для песчано-смоляных смесей не эффективен, так как пленки связующего не растворимы в воде.

Термическая регенерация благоприятна влияет на свойства кварцевого песка, не минимизируя его расширения, недостатком этого способа является большие затраты электроэнергии или топлива, так как обработка смеси проводится при 650-1000 °С. Стоимость установки термической регенерации производительность около 5 т/ч составляет 1 млн. долларов; эксплуатационные расходы – 10-15 дол./1 т в зависимости от цен на топливо.

Основные агрегатами в системе сухой регенерации являются: сито, щековая дробилка, пневмоскруббер, установка для оттирки пленок связующего, вибросито, дробеструйная камера, установка кипящего слоя. Перед поступлением смеси в регенерационную установку производится отделение мелких фракция и крупных кусков, металлическим и других посторонних включений. Сухая регенерация является наиболее пригодной для холоднотвердеющих смесей на основе синтетических смол. Стоимость установок около 10 тыс. долларов на 1 т смеси/ч. Производительность – от 3 до 30 т/ч.

Содержание смолы в смеси в значительной мере влияет на процесс сухой регенерации. При минимальном содержании смолы достигается более эффективная очистка зерен при меньших затратах. Важным является также отношение смесь/металл: чем это отношение меньше, тем большее количество смолы выгорает при заливке, тем легче регенерировать смесь. Обычно полная деструкция смолы происходит на расстоянии около 50 мм от поверхности отливки. Оптимальным считают отношение смесь/металл 2,7:1.

Высокая температура заливки, сплавы с медленным затвердеванием, большая толщина стенок отливки и низкое отношение смесь/металл – все эти факторы способствуют деструкции смоляных связующих и улучшают условия регенерации. Лучшей регенерируемо-

стью обладают смеси на песке с округлой формой зерен, потребность этих смесей в связующем также ниже. В таблице 1 представлены данные о величине удельной поверхности и количеству зерен для различных фракций песка, используемого для холоднотвердеющих смесей.

Таблица 1 – Данные о величине удельной поверхности и количестве зерен для различных фракций песка

№№ сит	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Количество зерен на 1 г песка, млн.
12/20	32,39	0,25
20/30	45,72	0,7
30/40	84,58	1,5
40/50	91,43	4,4
50/70	128,95	12
70/100	182,45	35
100/140	258,92	100
200/270	365,93	280
270/тазик	475,6	630

При увеличении в смеси количества мелких фракций снижается газопроницаемость, повышается расход смолы и потери при прокаливании.

Наиболее распространенными добавками в смеси для повышения термостойкости являются окись железа, каолинистая глина, циркон, оливиновая мука, которые также повышают расход смол в смесях.

Для выяснения влияния природы связующего на регенерируемость смеси предложена классификация смесей по принципу химической характеристики:

1. Кислотноотверждаемые фурановые и фенольные.
2. Феноло-уретановые (с продувкой газообразным катализатором и быстроотверждаемые с введением катализатора в смесь).
3. Масляно-уретановые (алкидно-изоцианатные).
4. Неорганические (силикаты и алюмофосфаты).

Регенерируемость сухим методом 1-ой группы связующих зависит прежде всего от количества смол в смесях и от количества смол, выгорающих при заливке. Фурановые и фенольные смолы достаточно термостойки, причем фенольные более термостойки и поэтому должны были бы труднее поддаваться регенерации. Но, в то же время, пленки отвержденных фенольных смол более хрупки, что облегчает их удаление.

Связующие фенольно-уретановой системы применяются с растворителями и имеют очень низкую вязкость. Учитывая удаление растворителя и низкое содержание связующих в смеси, на зернах песка остается лишь небольшое количество связующих. Пленка хрупкая, что облегчает ее удаление. Регенерируемость этого типа смесей хорошая.

Масляно-уретановые смеси после выбивки имеют комковатую структуру. Алкидная смола, входящая в состав системы, на воздухе твердеет медленно, но при воздействии тепла металла при заливке приобретает дополнительную прочность, что и объясняет комковатость смеси после выбивки форм. Дальнейшее воздействие температуры приводит к выгоранию связующего. В зоне температур 180-340 °С выгорание связующего происходит интенсивно.

Связующие 4-ой группы – неорганические. Силикаты с трудом поддаются сухой или термической регенерации. Более эффективный способ регенерации силикатных смесей – мокрый. Но при этом в регенераторе накапливается сода, которая изменяет модуль силиката и свойства смесей. При накоплении соды выше 0,5 живучесть смесей настолько мала, что их практически нельзя использовать. Поэтому в смесь приходится вводить значительное количество свежего песка (до 50%). Сухая регенерация силикатных смесей практически не используется, так как при воздействии температуры заливки пленка силикатного связующего полностью дегидратируется и остекловывается. После охлаждения покрытия прочно удерживается.

живаются на зернах песка. При литье алюминиевых сплавов, где температура заливки ниже, покрытия менее прочные. В некоторых случаях при изготовлении толстостенных отливок из стали и чугуна и низком отношении смесь/металл возможно сухая регенерация силикатных смесей. Существуют добавки, улучшающие наряду с выбиваемостью, регенерируемость, но они ухудшают другие свойства смесей и стержней, например, сокращают время возможного хранения стержней.

Разработанные в последнее время смеси на другой системе неорганических связующих – алюмофосфатной, еще мало исследованы, но существующий опыт говорит об их хорошей выбиваемости и регенерируемости.

Большое значение имеет совместимость регенерата с другими связующими. В таблице 2 представлены данные по совместимости регенерата от различных смесей с другими системами связующих.

Таблица 2– Данные по совместимости регенерата от различных смесей с другими системами связующих

Новая система связующих	Тип связующего регенерируемой смеси					
	масляно-уритановая	феноло-уритановая	фурановая	фенольная	эфирно-твердеющая силикатная	алюмо-фосфатная
Масляно-уритановая	С	С	Н	Н	И	С
Фенолоуритановая	С	С	Н	Н	Н	И
Фурановая	И	И	С	С	Н	И
Фенольная	И	И	С	С	Н	И
Силикатная эфирно-твердеющая	С	С	Н	Н	С	И
Алюмо-фосфатная	С	С	И	И	И	С

С – совместимы; Н – несовместимы; И – иногда совместимы (в стадии испытания)

Основным фактором, влияющим на совместимость, является тип катализатора (кислотный или основной). Важным является также количество смолы на зернах песка после регенерации, определяемое потерями при прокаливании. Остаточное количество катализатора в регенерате, а также количество мелких фракций, оказывает влияние на свойства смесей, изготовленных с применением регенерата; количество оставшихся смолы и катализатора в мелких фракциях значительно больше, чем в крупных (таблица 3). Очевидно, что для снижения газовыделения и потерь при прокаливании мелкие фракции должны быть удалены.

Таблица 3 – Остаточное количество катализатора в регенерате

№№ сит	Потери при прокаливании, %	№№ сит	Потери при прокаливании, %
20	1	100	2,5
30	1	140	3
40	1,25	200	4
50	1,5	270	9
70	2	Тазик	15,5

Проблемы химической несовместимости регенерата от стержневых смесей с формовочными песчано-глинистыми практически не существует ввиду значительного выгорания смол и преобладающего количества формовочных смесей по сравнению со стержневыми.

Добавка регенерата от стержневых смесей может использоваться как освежение в формовочные смеси для сырой формовки.

УДК 621.746

### **Перспективы использования метода вакуумно-пленочной формовки для получения качественных отливок**

Студенты: гр. 10404212 Сасковец А.А., гр. 10404113 Степурко Ю.Н.  
Научный руководитель – Соболев В.Ф.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Современное литейное производство Республики Беларусь как составная часть машиностроения находится в постоянном поиске новых решений, способствующих повышению качества литья, снижению его себестоимости за счет снижения энерго- и материалоемкости производства. Разработка новых технологий и оборудования, позволяющего автоматизировать процесс изготовления литейных форм, могут решить проблемы отечественного литейного производства. При этом не только экономического плана, но и экологического.

Наряду с жесткими экономическими требованиями к продукции литейного производства, не менее жесткие требования предъявляются и к экологической ее составляющей.

Технология вакуумно-пленочной формовки (ВПФ), сегодня находит все более широкое применение, как за рубежом, так и у нас в стране. Пример отливки полученной литьем по V-процессу представлен на рисунке 1.

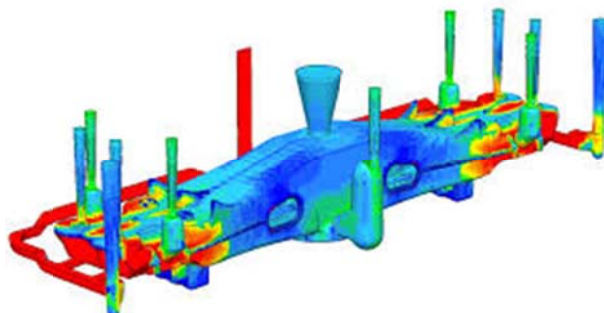


Рисунок 1 – Моделирование температурного поля для отливки получаемой литьем в вакуумно-пленочные формы

Главные отличия технологии вакуум-пленочной формовки от всех известных способов изготовления отливок в разовых песчаных формах заключаются в отсутствии в форме связующего. Прочность формы обеспечивается путем создания разрежения в объеме формовочной смеси за счет применения герметизирующей синтетической пленки.

Пленка при соприкосновении с заливаемым расплавленным металлом не сгорает, а мгновенно испаряется и проникает в песчаную форму, стабилизируя поверхностный слой песка, образуя тонкую оболочку, которая упрочняет поверхностный слой формы.

Основная цель соединительного отверстия – действовать как выпор для воздуха и газов. Если не вывести газы из полости формы, это приведет к образованию газовых дефектов отливки или к разрушению формы.

Для любой технологии изготовления форм недопустимым является нарушение ее размерно-геометрической точности, вследствие каких-либо перемещений ее рабочей поверхности. Нарушение данного условия приводит к отклонению формы реальной поверхности от номинальной.