

ИСПЫТАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ КОМПАУНДСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ

О. Л. Юшкина, Ю. И. Леднев

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

Научный руководитель И. Б. Одарченко

Качество отливок, получаемых в сырых песчано-глинистых формах на автоматических формовочных линиях (АФЛ), в значительной степени зависит от уровня физико-механических и эксплуатационных свойств единых формовочных смесей (ЕФС).

Для получения высокопрочных песчано-бentonитовых смесей и стабилизации их свойств, улучшения условий автоматического дозирования компонентов смеси в смесители, снижения дефектов форм и отливок были разработаны комплексные связующие с бентонитовой минералогической основой. Это связующие, полученные в ходе механоактивационной обработки. Она включает наряду с бентонитом специальные добавки и синтетические водорастворимые высокомолекулярные соединения (СВВС).

Технология производства такого компаунда была испытана и внедрена на РУП ГЛЗ «Центролит». Технология представляет собой многоступенчатую переработку сырья, включающая стадии дробления бентонитовой комовой глины в валковой дробилке рифлёными валками (среднетонкое дробление), сушки материалов в барабанной сушильной печи с газовым нагревом и последующего модифицирования в процессе тонкого измельчения в шаровой мельнице, обеспечивающее активное связывание всех компонентов компаунда (бентонит, каменный уголь, крахмалит, модификатор).

Используя такую технологию производства компаунда, был получен комплексный бентонитовый материал со следующими физико-механическими свойствами:

- структурная прочность – 167,00 Па;
- условная вязкость – 24,30;
- коэффициент тиксотропного образования (2 часа) – 1,19.

Его применение в составе смесей потребовало корректировок и оптимизации режимов приготовления и состава смесей на автоматической линии ФДК РУП ГЛЗ «Центролит».

С этой целью была проведена оптимизация составов смесей, содержащих комплексный связующий материал, по показателям прочностных и пластических свойств. По результатам предварительных исследований использовались составы компаундов, модифицированные 0,5–0,7 % СВВС «ГиПАН» и «Na-КМЦ». Содержание компаунда в смеси было принято 6–8 % исходя из условий стандартной рецептуры ПГС для АФЛ по показателю содержания активного бентонита. Приготовление смеси и испытание показателя связующей способности проводилось в соответствии со стандартными методиками.

При оптимизации составов компаундов и анализе его влияния на свойства единых формовочных смесей для сырых ПГС главная задача заключалась в необходимости формирования требуемого уровня прочностных свойств смеси при условии ограниченного содержания активной глинистой фазы и влаги.

Из полученных результатов (рис. 1, а) следует, что параметр W оказывает более значимое влияние на прочностные свойства смесей, содержащих компаунд, по сравнению с контрольным.

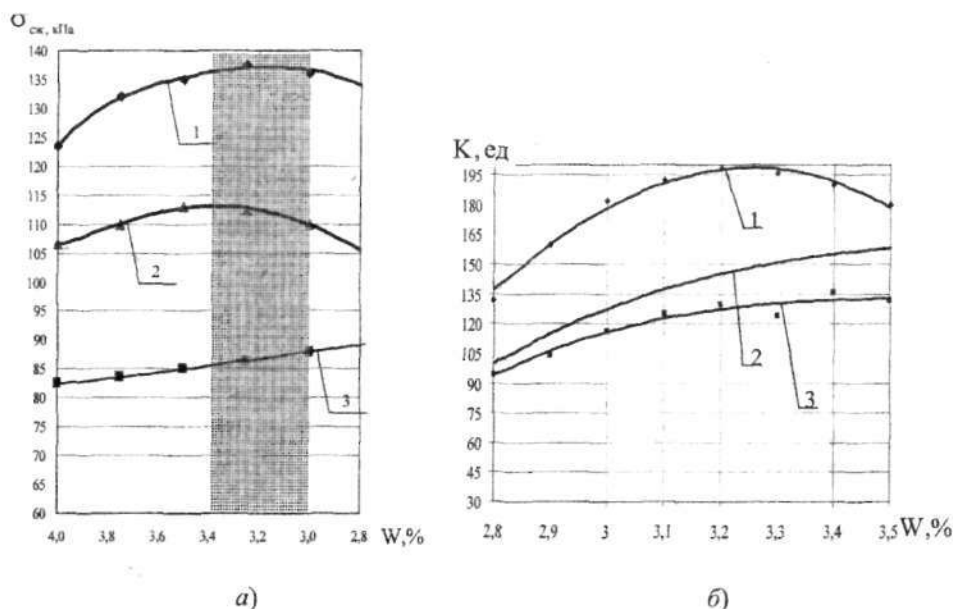


Рис. 1. Свойства смесей при различной влажности:
а – прочность; б – газопроницаемость:

- 1 – содержащие 6 % компаунда, модифицированного «ГиПАН»;
2 – содержащие 6 % компаунда, модифицированного «Na-КМЦ»;
3 – содержащие 6 % компаунда, активированного Na_2CO_3

Так, более интенсивное восхождение кривых 1, 2 на участке, соответствующем $W \approx 4 \div 3,25$ %, характеризует изменяющееся соотношение количества молекулярных Н-связей и хемосорбционных связей функциональных групп СВВС в составе компаунда. При W , близкой к 4 %, адсорбционно связанная и свободная вода оставляет в определенной степени незадействованными возможности полимерного соединения минеральных компонентов смеси по схеме адсорбционной связи. В этом случае в коллоидно-дисперсной системе компаунда преобладают молекулярные Н-связи. Однако при дальнейшем уменьшении влагосодержания уменьшается и доля молекулярных Н-связей, а количество адсорбционных полимерных связей увеличивается. При этом адгезионная и когезионная прочность единичных контактов увеличивается, а $\sigma_{сж}$ соответственно возрастает, и при $W = 3,25 \div 2,75$ для составов 1, 2 достигает максимальных значений, после чего происходит снижение $\sigma_{сж}$.

Дальнейшая оптимизация состава компаундсодержащих смесей предполагала исследование влияния влажности данных составов смеси на ее газопроницаемость (K , %). Было установлено (рис. 1, б), что наличие СВВС соединительных компаундных структур между компонентами смеси (кривые 1, 2 соответственно) в сравнении с контрольной (кривая 3) несколько ухудшает газопроводящие свойства литейной формы. Вместе с тем в рассматриваемом диапазоне влажности (2,8 ÷ 4,0 %) газопроницаемость стандартного образца исследуемых смесей не превышала технологически допустимой величины ($K \geq 100$ ед.). С точки зрения механизма структурообразования смеси, эти факты отражают изменения суммарной площади пятен контактов глинополимерной фазы с кварцевым наполнителем структуры.

При исследовании вязкости смесей в неуплотненном состоянии в зависимости от параметра влажности (рис. 2, б) в диапазоне ($W = 2,8 \div 3,5$ %) выявили их линейную зависимость для контрольного образца (кривая 3). Вместе с тем смеси на компаунде (кривые 1, 2) имеют отличный от кривой 3 характер. Его следует объяснять «конформационной» реакцией макромолекул модификатора в компаунде на меняющиеся условия гидратации. При низкой влажности и отсутствии уплотнения в смесях, содер-

жащих компаунд, полимерные соединительные мостики малоэффективно взаимодействуют и связывают компоненты смеси, обеспечивая, тем самым, подвижность частиц. Соответственно на участке графика – 2,8–3,0 % W текучесть данных смесей имеет сходный с контрольной смесью характер. Дальнейшее повышение влажности смеси приводит к значительной гидратации полимерных матриц и их разворачиванию. При этом изменяются свойства связующего на границе раздела фаз (ПАВ), возрастает интенсивность взаимодействия компонентов смеси и соответственно изменяется вязкость. Оптимальная с точки зрения требований технологии формовки текучесть рассматриваемых смесей соответствует влажности $W \approx 2,9–3,1$ %.

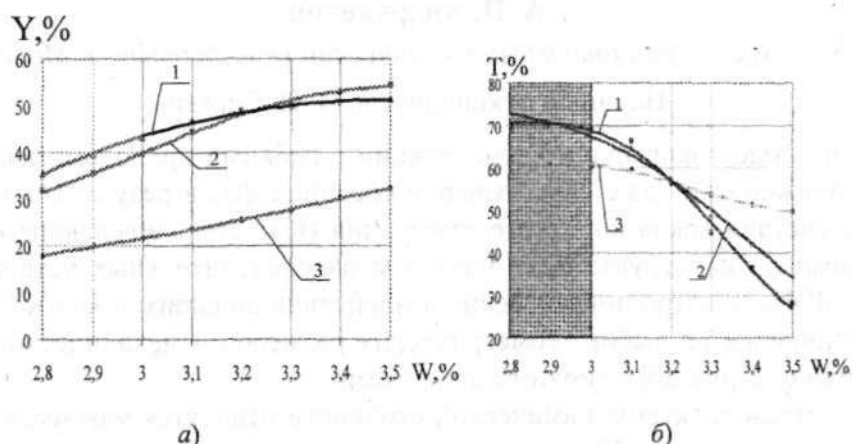


Рис. 2. Свойства смесей при изменяющейся влажности:
 а – уплотняемость компаундных смесей; б – текучесть компаундных смесей:
 1 – содержание 6 % «ГиПАН», модифицированного компаунда;
 2 – содержание 6 % «На-КМЦ», модифицированного компаунда;
 3 – содержание 6 % активированного компаунда с добавлением Na_2CO_3

При исследовании реологических свойств смесей (рис. 2, а) было установлено, что зависимость параметра уплотняемости (Y) от влажности для заданного состава контрольных образцов (кривая 3) тоже имеет линейный характер. Сопровождающее процесс уплотнения перераспределение общей площади адгезионных и когезионных контактов (увеличение пятна контакта) вызывает изменение прочности связи частиц в единичных контактах и соответственно смеси в целом. Влажность смеси в этом отношении влияет на процесс формирования прочности посредством изменения коэффициента сопротивления местным сдвигам между минеральными и органическими частицами, а также влиянием условий гидратации на химическую активность связующего бентонита. Отличие характера кривых 1, 2 от контрольной зависимости (кривая 3) безусловно связано со структурирующим действием полимерных соединительных слоёв в структуре компаунда и смеси. Изменение конформационного состояния макромолекулы и ее химической активности влияет на относительную подвижность частиц. В данном случае речь идет о проявлении свойств ПАВ. Оптимальный уровень уплотняемости (35–45 %) для данных смесей при их использовании на АФЛ обеспечивается при $W = 2,9–3,2$ % (рис. 2, а).

Таким образом, для разработанных составов песчано-компаундных смесей (ПКС) требования к основным технологическим параметрам качества смеси для условий применения на АФЛ обеспечиваются при введении модифицированного компаунда в количестве 6 % соответственно и влажности смеси $2,8 \div 3,3$ %. Наиболее рациональным методом приготовления компаунда явился совместный помол компонентов до фракции (0,02 мм) с добавлением $0,5 \div 0,6$ % сухого модификатора и 0,1 % водореагентной дисперсионной среды.