

ИНТЕГРАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ СМЕСИ

В.А. Марков, М.В. Миронова, Е.В. Маркова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Производство отливок в разовые формы из песчано-глинистых смесей (ПГС) является наиболее распространенным технологическим процессом в нашей стране и за рубежом. Тенденции развития мировой практики литейного производства свидетельствуют о том, что технологии с применением ПГС останутся доминирующими в обозримом будущем.

Для получения отливок в литейных цехах России ежегодно перерабатывается более 140 млн. тонн смесей, что требует значительного количества свежих материалов и энергетических затрат.

Конкурентоспособность традиционного способа производства отливок в разовые формы, особенно в период перехода к рыночным отношениям, определяется его постоянным эволюционным совершенствованием, направленным на сокращение материальных и энергетических затрат за счет применения современного технологического оборудования и более полного использования потенциальных возможностей формовочных материалов и специальных добавок в ПГС.

При этом ПГС, выполняя в производственном процессе три самостоятельные и взаимосвязанные функции: материал формы; материал, перерабатываемый при формообразовании; материал, получаемый в процессе смесеприготовления, должны удовлетворять сложному комплексу свойств, требования к допустимым пределам, изменения которых постоянно ужесточаются, а по ряду показателей необходимо их увеличение.

Отсутствие обоснованных представлений о механизме формирования комплекса свойств единых ПГС создало в некоторых случаях условия нерационального выбора и неэффективного использования потенциальных возможностей исходных компонентов смеси.

Варианты рецептурно-технологического управления механизмом формирования свойств ПГС путем предварительной обработки освежающих добавок имеют ограниченные возможности, т.к. единые ПГС на 90-98% состоят из оборотной смеси, многократ-

но прошедшей производственный цикл по всем переделам (смесеприготовление, формообразование, нагревание залитым металлом, охлаждение и т.д.), в результате чего исходные компоненты претерпевают существенную трансформацию состояния и свойств. Кроме того, установлено, что зерна оборотной смеси после многократных производственных циклов покрыты оболочкой сложного и неконтролируемого состава, в результате чего контакт зерновой основы смеси с жидким металлом осуществляется только через эту оболочку толщиной 15-25 мкм, определяющую механизм формирования качества поверхности отливок.

Существующие методы формализованного описания и математические модели процесса смесеприготовления не раскрывают механизма формирования свойств смеси и не определяют принципов построения смесителей, тем более не определяют характер взаимодействия рабочих органов смесителей с компонентами смеси, т.к. не учитывается возможная трансформация состояния и свойств исходных компонентов в процессе смесеприготовления и оборота смеси. Практически во всех математических моделях закладываются компоненты с детерминированными свойствами, не изменяющимися в процессе переработки, что явно не соответствует реальности.

Из вышеизложенного следует, что единые ПГС являются сложными, многофункциональными и многокомпонентными системами, т.е. композиционными материалами, состояние и свойства которых во многом определяются оборотной смесью и процессом смесеприготовления. Тем не менее сам процесс смесеприготовления и механизм формирования свойств единых ПГС остается малоизученным и не имеет необходимого теоретического обоснования.

Концептуальное понимание механизма формирования свойств единых ПГС и факторов его определяющих позволяет сформулировать принципы и возможные направления оптимизации рецептурного состава смесей в целях повышения качества отливок, стабилизации свойств смеси, рационального выбора

исходных формовочных материалов и специальных добавок, а также улучшения экологических условий в литейных цехах.

На основе систематизации и уточнения известных представлений о функции ПГС в производственном процессе и свойствах формовочных материалов разработана концепция интегрального (обобщенного) механизма формирования свойств единых ПГС в процессе смесеприготовления с учетом изменения зернового состава и трансформации состояния и свойств компонентов, вносимых оборотной смесью.

Теоретически и экспериментально обоснованы основные положения интегральной концепции механизма формирования свойств единых ПГС в процессе смесеприготовления с позиции образования на поверхности зерновой основы смеси активной адгезивной оболочки, состоящей из пространственно ориентированных (текстурированных) частиц глинистого связующего, сложных силикатов, углеродосодержащих материалов и аморфизированного водорастворимого кремнезема - адгезивного субстрата.

На основе концептуального понимания процесса образования пироуглерода в слоях литейной формы и его влияния на состояние адгезивной оболочки, впервые предложена, теоретически и экспериментально обоснована принципиальная возможность применения в качестве специальной антипригарной и деагрегирующей добавки в единые ПГС готового пироуглерода, получаемого за предела-

ми литейной формы и вводимого в смесь на стадии ее приготовления. Применение готового пироуглерода и введение его в смесь на стадии ее приготовления позволяет принципиально изменить механизм формирования свойств ПГС и создать управляемый процесс образования адгезивной антипригарной оболочки на поверхности зерна, что должно гарантировать получение качественных отливок.

Согласно интегральной концепции механизма формирования комплекса свойств ПГС в процессе смесеприготовления необходимо обеспечить:

1. Для формирования активного аморфизированного слоя на поверхности зерен кварцевого песка и частиц силикатов необходимы циклические сдвиговые деформации в поверхностных слоях частиц в режиме "напряжение-отдых" с их последующим фрикционным движением друг относительно друга.

2. При наличии сдвиговых деформаций в поверхностных слоях развиваются колоссальные давления, имеют место высокотемпературные вспышки, образуются разорванные силановые и силоксановые связи, которые активно взаимодействуют с другими компонентами смеси.

3. При повторном воздействии сдвиговых деформаций "старые" активированные поверхности также интенсивно генерируют активные центры, причем намного быстрее, чем образуются активные центры на новых поверхностях твердых частиц.