

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ХТС

**И. Н. Прусенко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель И. Б. Одарченко

В практике литейных предприятий все большее развитие находит «Cold-box» – процесс для изготовления стержней в ненагреваемой оснастке с продувкой газообразными катализаторами. Данный метод занимает лидирующее положение по доле использования на рынке технологии изготовления стержней и составляет более 60 %. Это высокий показатель на фоне того, что доля применения любого из иных способов не превышает и 9 %.

Технология «Cold-box», являясь высокопроизводительным процессом, активно вытесняет процессы изготовления стержней в горячих ящиках («Hot-box» процесс). Это происходит благодаря ряду преимуществ технологии. Анализ работ [1], [2] позволил установить следующие принципиальные отличия технологических процессов «Cold-box» и «Hot-box» (табл. 1).

## Преимущества процессов «Cold-Box» перед «Hot-Box»

Показатели	Hot-Box	Cold-Box
Коробление стержней при изготовлении	1,0–1,5	Нет
Возможность изготовления моноблоков стержней (точность сборки стержней в моноблок 0,2–0,3 мм)	Нет	Да
Брак стержней при изготовлении и сборке	10–15 %	2–3 %
Затраты на изготовление нового комплекта стержневой оснастки	100 %	70–80 %
Производительность, съёмов/ч (блочные стержни)	100 %	120 %
Размер припусков на механообработку	100 %	60–70 %
Потери от брака отливок	100 %	50 %
Затраты на связующие и вспомогательные материалы	100 %	110 %
Объем токсичных газовыделений на операциях заливки и выбивки	100 %	50–60 %
Затраты на захоронение отходов стержней (4-й кл. опасности)	100 %	12 %

Таким образом, изготовление стержней по технологии «Cold-box» характеризуется более высокой производительностью и точностью, значительно низким объемом токсичных газовыделений, низким процентом брака, возможностью изготовления моноблоков стержней. Также следует отметить, что технология «Cold-box» наряду с высокими качественными параметрами изготовления стержней позволяет снизить энергетические затраты и получать крупные стержни, превышающие по объему емкость пескострельной головки за счет проведения нескольких «выстрелов». Стоимость ненагреваемой оснастки в зависимости от материала изготовления снижается в несколько раз.

Вместе с тем, для многих предприятий технологический процесс «Cold-box-Amin» является принципиально новой технологией, требующей освоения и оптимизации. Так на ЗАО «Гомельский ВСЗ» в 2010 г. была внедрена технология формовки с использованием связующих компонентов различных компаний.

В настоящей работе представлены результаты исследования прочностных свойств ХТС, используемые на ЗАО «Гомельский ВСЗ» с продувкой различными газовыми катализаторами. Планирование эксперимента предполагало установление взаимосвязей прочности от вида, используемого катализатора, температуры, влажности огнеупорного наполнителя. Испытания прочности смесей осуществлялись по стандартной методике согласно ГОСТ 23409.7–78 для оптимальных с технологической точки зрения составов.

Прочностные свойства исследовались для условий смеси, содержащей 100 % кварцевого песка марки  $1K_1O_2O_2$ , 0,8 % связующего вещества ASKOCURE 366 и 0,8 % отвердителя ASKOCURE 666 компании ASK Chemicals, с применением различных катализаторов. Связующее вещество ASKOCURE 366 относится к классу полиуретановых смол, отвердитель ASKOCURE 666 – изоцианат.

В качестве катализатора в «Cold-box-Amin» процессе применяли третичные амины: диметилэтиламин (ДМЭА), диметилизопропиламин (ДМИПА), триэтиламин (ТЭА).

При изучении влияния данных катализаторов на качество смеси были изготовлены образцы и проведены исследования на сравнение скорости реакции компонентов, прочностные характеристики, расход катализаторов.

Произведено исследование прочностных характеристик стержня в зависимости от времени при продувке третичными аминами. Для этого было изготовлено по пять образцов на продувку одним катализатором и исследована прочность на разрыв через определенные интервалы времени. В ходе исследования установлено, что выбор применения газообразного катализатора влияет на прочностные характеристики стержня (рис. 1).

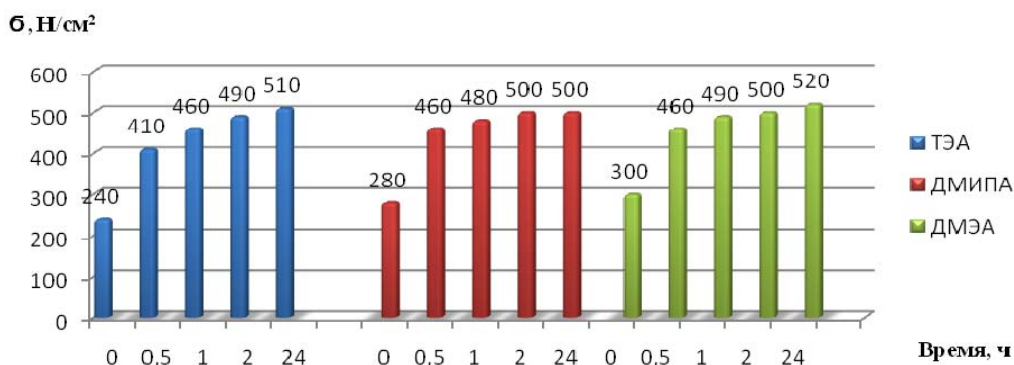


Рис. 1. Прочность стержня в зависимости от времени при продувке третичными аминами

При продувке одной и той же смеси третичными аминами наилучшие показатели были достигнуты под воздействием диметилэтиламина. В этом случае было отмечено следующее: наибольшая моментальная прочность ( $300 \text{ Н/см}^2$ ), высокая скорость реакции компонентов, низкий расход катализатора (0,04 % от массы смеси) и практически отсутствует запах от готовых стержней. Сравнительно низкие показатели отмечены при продувке триметиламином, что отражено в табл. 2.

Таблица 2

### Характеристики третичных аминов

Тип катализатора	Скорость реакции	Расход катализатора по отношению к весу смеси
Диметилэтиламин	Высокая	0,03–0,04 %
Диметилизопропиламин	Средняя	0,05–0,06 %
Триэтиламин	Малая	0,09–0,10 %

Известно, что температура песка оказывает существенное влияние на интенсивность реакции отверждения ХТС, а также воздействие на прочностные характеристики стержней. Для рассматриваемой смеси с продувкой диметилэтиламином было установлено, что с точки зрения оптимизации прочностных свойств смеси благоприятные условия полимеризации связующего обеспечиваются при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 2).

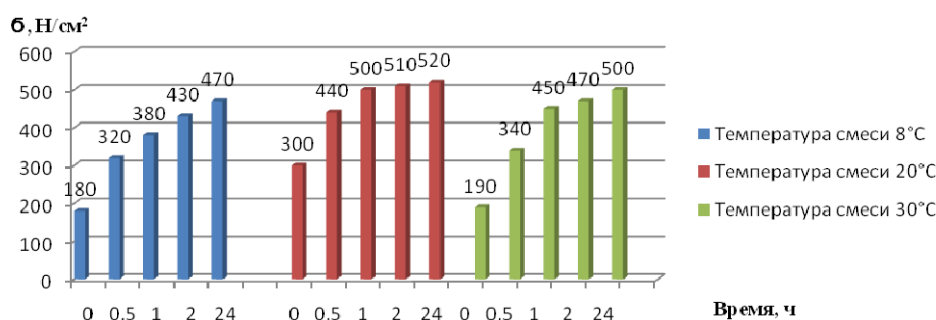


Рис. 2. Прочность стержней в зависимости от температуры смеси

При температуре смеси 20 °C отмечен наиболее быстрый набор манипуляционной прочности, которая составила 300 Н/см<sup>2</sup>. С повышением температуры смеси данный показатель существенно снизился и составил 190 Н/см<sup>2</sup>. При температуре 8 °C моментальная прочность стержня составила 180 Н/см<sup>2</sup>, что гораздо ниже, чем в случае использования смеси с температурой 20 °C.

Исследование влияния влажности на прочностные свойства смеси определялось на образцах в течение 5 ч через равные промежутки времени (рис. 3). Было установлено, что оптимальное содержание влаги в огнеупорной основе должно быть не больше 0,05 %. При увеличении влажности песка прочностные показатели стержня снижаются. Вода моментально вступает в реакцию с ASKOCURE 666 (изоцианат), и при увеличении влажности песка во время взаимодействия компонентов стержневой смеси происходит образование полимочевины вместо полиуретана, что отражается на показателях прочности, текучести и уплотняемости. Ухудшается качество стержней во время хранения.

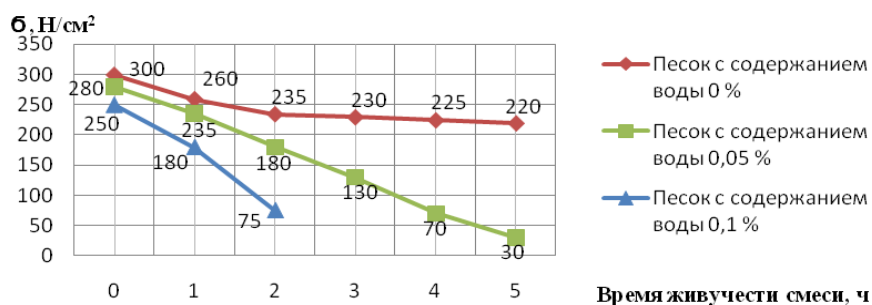


Рис. 3. Прочность стержневой смеси в зависимости от влажности песка

Следует отметить, что влажность стержневой смеси не влияет на влагостойкость стержней. Установлено [2], что, как только образуется полиуретан, влажность воздуха на уже приготовленные стержни не оказывает существенного воздействия. На влагостойкость могут повлиять остатки катализатора в стержне, которые сильно адсорбируют влагу из воздуха, результатом чего может быть потеря прочности. Для очистки стержня от остаточного амина следует произвести продувку сжатым воздухом.

Представленные результаты исследования прочностных свойств ХТС позволили заключить:

1. Оптимальным катализатором для продувки стержней является диметилэтиламин, который обеспечивает высокую прочность и максимальную производительность стержней.

2. Для достижения максимальных показателей по прочности ХТС смесей с продувкой газовым катализатором необходимо использовать формовочный песок при температуре  $20 \pm 2$  °С.

3. Влажность стержневой смеси оказывает существенное влияние. Оптимальное содержание влаги в формовочных песках должно быть не более 0,05 %. Пески с более высокими показателями влажности резко ухудшают живучесть смеси.

#### Л и т е р а т у р а

1. Громов, Н. В. Современные связующие композиции для литейных стержней / Н. В. Громов, И. Д. Саттаров // Молодежь и наука : сб. материалов VIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section37.html/> – Дата доступа: 10.01.2013.
2. Жуковский, С. С. Новые литейные технологии для производства деталей автомобилей / С. С. Жуковский // Автомобиле- и тракторостроение в России : приоритеты развития и подготовка кадров : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Ассoc. автомобил. инженеров, посвящ. 145-летию МГТУ «МАМИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mami.ru/science/mami145/scientific/article/s06/s06\\_02.pdf/](http://www.mami.ru/science/mami145/scientific/article/s06/s06_02.pdf/) – Дата доступа: 20.12.2012.