

В.И. Золотухин (д-р техн. наук), Е.И. Гордеев (канд. техн. наук), А.Г. Головки (инженер),
Д.А. Провоторов (канд. техн. наук), Р.Б. Медведев (инженер, НПП «Вулкан-ТМ»),
И.А. Ильичев (аспирант), К.В. Звягин (аспирант, ТулГУ)

Современные сталеразливочные системы для литейных и машиностроительных производств

В 2010 г. в России насчитывалось около 1240 действующих литейных цехов и заводов, которые произвели 3,9 млн. тонн литых заготовок из черных и цветных сплавов, и около 50 предприятий, в том числе мелких, которые производят такие сопутствующие материалы для литейного производства, как краски и покрытия, связующие материалы и стабилизаторы, пески и глины, лигатуры и ферросплавы для модифицирования и легирования литейных сплавов. В 2010 г. по сравнению с 2009 г., по экспертной оценке, выпуск литых заготовок сократился на 300 тыс. тонн, что составляет около 7,5%. В 2010 г. вследствие экономического кризиса литейные предприятия работали на 30–40% своей мощности [1].

Как показывает практика, на многих литейных заводах сейчас проходит, или планируется, реорганизация производства, во многом связанная с выходом отрасли из экономического кризиса. Некоторые предприятия, которые специализировались исключительно на выплавке чугуна, намерены также осваивать и производство высококачественных стальных отливок. Отсюда вытекает необходимость в использовании целого комплекса мер по обеспечению высокого качества металла: применении методов внепечной обработки, шибберных затворов и более качественных футеровок. Обеспечить высокое качество отливок во многом возможно лишь путем своевременной реконструкции, использования современных материалов, передовых технологий и оборудования. В связи с реорганизацией на многих предприятиях появились и свои особенности и трудности. Так, традиционный стопор не в состоянии выдержать обработку металла в ковше и был заменен на более дорогостоящий шибберный затвор. С другой стороны, стопор, в принципе, не может разлить более 1 плавки, а шибберный затвор, при наличии качественных огнеупоров, пропускает до 9 плавков на одном комплекте, при этом удельные затраты на 1 тонну разливаемого металла снижены на порядок.

Научно-производственное предприятие «Вулкан-ТМ» более 15 лет занимается разработкой сталеразливочных систем нового поколения и огнеупоров к ним, учитывая современные потребности металлургических и литейных производств. Прочно занять свои позиции на рынке сталеразливочного оборудования НПП «Вулкан-ТМ» смогло во многом за счет выпуска инновационных продуктов, отличающихся своей конкурентоспособностью, имеющих высокую степень наукоемкости и новизны [2].

Для литейных и машиностроительных цехов разработан технологический комплекс повышения качества металла (рис. 1), который состоит из: шибберного

В статье представлены новейшие разработки НПП «Вулкан-ТМ» в области непрерывной разливки и разливки металла для литейных производств, к которым относятся шибберные затворы линейного и поворотного типа. Рассмотрено современное отечественное оборудование для производства порошковой проволоки с наполнителем и ввода ее в расплав, а также продувочные пробки для продувки металла аргоном. Предложены различные варианты футеровок литейных ковшей и огнеупорных масс, а также смесительное оборудование для их получения в условиях литейных и машиностроительных предприятий.

Ключевые слова: реконструкция, шибберный затвор, огнеупоры, порошковая проволока, трайб-аппарат, смеситель.

Zolotuhin V. I., Gordeev E. I., Golovko A. G., Provotorov D. A., Medvedev R. B., Ilichev I. A., Zvjagin K. V. Modern steel pouring systems for foundry and machine-building manufactures.

The article presents state-of-the-art developments of SME «VULKAN-TM» in the sphere of continuous metal casting for foundry, including slide gates of linear and rotary types. It contains a review of advanced home equipment for the production of flux cored wire and its injection into molten metal, as well as blowing plugs for metal blowing with argon. Different variants of casting ladles refractory lining and refractory mixtures, as well as mixing equipment for mixes manufacturing in foundry and machine-building plant conditions are presented.

Key words: modernization, slide gate, refractories, flux cored wire, wire feeding machine, mixer.

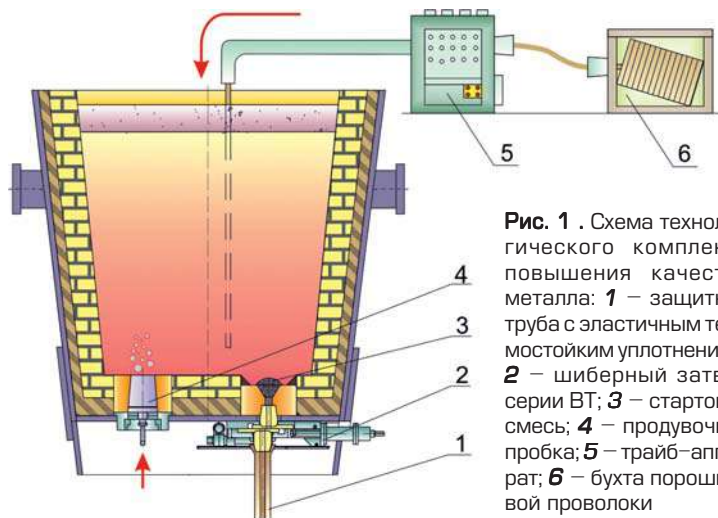


Рис. 1. Схема технологического комплекса повышения качества металла: **1** – защитная труба с эластичным термостойким уплотнением; **2** – шибберный затвор серии ВТ; **3** – стартовая смесь; **4** – продувочная пробка; **5** – трайб-аппарат; **6** – бухта порошковой проволоки

затвора с электромеханическим или гидравлическим приводом (с маслостанцией) и комплектом огнеупоров, включая защитную трубу с эластичным термостойким

Техническая характеристика шиберных затворов производства НПП «Вулкан-ТМ» для ковшей малой емкости

Модель затвора	Объем ковша, т	Габариты, мм	Диаметр канала, мм	Максимальный ход подвижной плиты	Область применения
ВТ-30	2-30	670x479x160	25 45	80	Изложницы, МНЛЗ



Рис. 2. Шиберный затвор ВТ-30 с комплектом огнеупоров

уплотнением; огнеупорные изделия повышенной сложности любой формы и размеров, в том числе, предназначенные для блочной футеровки ответственных участков тепловых агрегатов различного назначения; продувочную фурму для донной продувки металла в стальковше инертным газом; стартовую смесь для засыпки канала ковшового стакана перед разливкой, порошковую проволоку с различными наполнителями; трайб-аппарат малогабаритный одно-, двух-, трех- и четырехручьевого для подачи порошковой проволоки в ковш.

Для шиберной разливки металла в НПП «Вулкан-ТМ» разработаны современные шиберные затворы ВТ-30 линейного типа (таблица), наилучшим образом адаптированные для производственных условий литейных и машиностроительных предприятий, имеющие оригинальную улучшенную схему прижима огнеупорных плит, минимальные габариты. Для удобства обслуживания шиберов на ковше существует возможность реализовать различные варианты открытия как защитного экрана, так и подвижной каретки (рис. 2).

Затворы серии ВТ-30 хорошо зарекомендовали себя на литейных и машиностроительных предприятиях России и стран ближнего зарубежья (ЗАО «Донецк-

сталь-металлургический завод», г. Донецк; Украина, ООО «Юргинский машзавод», г. Юрга; ГУП «ЛПЗ г. Москвы», г. Ярцево и др.).

На ГУП «ЛПЗ г. Москвы» (г. Ярцево Смоленской области) шиберные затворы серии ВТ-30 работают на 32-тонных ковшах, в настоящее время идут их серийные поставки. В затворах используются шиберные плиты производства «Магнезит-Diamond», их стойкость в процессе работы составляет до 5-6 плавов. Эксплуатация шиберов осуществляется при комплексном использовании стартовой смеси SSV-001 и огнеупорной пасты (мертеля) марки ПО-Ш85Х производства НПП «Вулкан-ТМ».

Наряду с шиберными затворами линейного типа НПП «Вулкан-ТМ» разработало конструкции затворов поворотного типа (рис. 3). Преимущества данного типа затворов в том, что они могут быть установлены на ковшах малой емкости (до 1 тонны). Можно сказать, что это скорее «керамический» затвор, так как основную часть затвора составляют огнеупоры.

Для литейных ковшей большей емкости до сих пор основной проблемой при литье в формы через шиберный затвор является возможное застывание сталеразливочного канала, поэтому в «Вулкан-ТМ» проводится работа по созданию так называемого «незастывающего» затвора и снижению теплопотерь на существующих шиберов.

«Вулкан-ТМ» для литейных ковшей предлагает монолитные и наборные формованные футеровки различных составов с последующей вклейкой их на огнеупорную пасту (мертель). По сравнению с традиционной технологией применения заливных футеровок, ис-



Рис. 3. Затвор поворотного типа для ковша емкостью менее 1 тонны

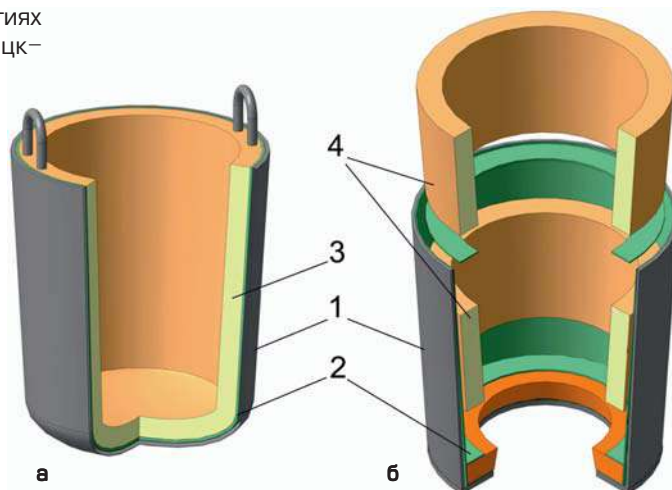


Рис. 4. Схемы футеровки литейных ковшей: **а** – монолитная футеровка; **б** – наборная футеровка: **1** – ковш, **2** – огнеупорная паста (мертель), **3** – монолитная формованная футеровка, **4** – кольца наборной футеровки

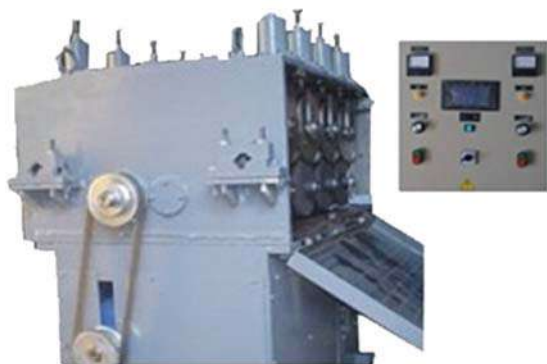


Рис.5. Двухручьевого трайб-аппарат модели ТАП

пользование формованных футеровок дает значительное сокращение времени футеровки, отпадает необходимость в долговременной сушке футеровок по сложному графику (порядка 3–4 дней), снижается зависимость качества футеровки от человеческого фактора, так как качество элементов формованной футеровки гарантирует производитель (рис.4).

Предлагаемые к поставке в составе технологического комплекса повышения качества металла трайб-аппараты модели ТАП оснащены полуавтоматическим укладчиком и могут быть использованы для подачи в ковш как порошковой проволоки, так и алюминиевой катанки в одно-, двух-, трех- и четырехручьевом исполнении (рис.5). В состав трайб-аппарата входят сменные ролики, обрешиненные и термообработанные. Малогабаритный отдельно стоящий шкаф управления имеет дистанционное подключение и может быть установлен в радиусе 100 м. Возможность записи параметров работы трайб-аппарата и относительной плотности пропускаемой проволоки существенно повышает удобство мониторинга и обслуживания.

По желанию Заказчика возможна разработка технологических процессов обработки чугуна и стали совместно с ООО «Компания НПП» (г. Челябинск). Технология, которую предлагает Компания НПП – это полностью управляемый технологический процесс, созданный на основе интеллектуальных программных решений, которые позволяют максимально исключить человеческий фактор при модифицировании металла и сделать процесс обработки безопасным и экологически чистым.

Изготовление порошковой проволоки для модифицирования чугуна и стали может быть налажено непосредственно на предприятии с использованием технологического комплекса (линии) производства порошковой проволоки. Линии для изготовления порошковой проволоки производства НПП «Вулкан-ТМ» (рис. 6) широко востребованы на рынке и уже более 10 лет эксплуатируются на российских предприятиях (ОАО «Ванадий-Тула», ЗАО «Юпитер ЛТД», г. Кострома и др.) с диаметром проволоки 8–18 мм, снабжены автоматическим укладчиком, возможностью записи относительной плотности пропускаемой проволоки на электронный носитель информации.

Получаемая бухта может достигать веса до 1,5 т, ее ширина – 800 мм, размер фракции порошкового наполнителя – 0,15–4 мм. В качестве порошкового сердечника может использоваться наполнитель

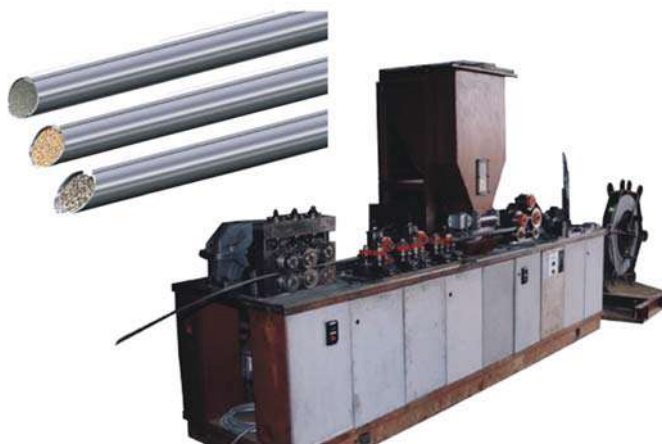


Рис.6. Линия производства порошковой проволоки ЛПП-2М

из различных материалов (силикокальций, ферротитан, графит, ферросиликомагний, пентаоксид ванадия и др.).

Давно известная продувка металла аргонном в ковше для усреднения расплава по температуре и химическому составу на литейных и машиностроительных предприятиях стала использоваться для десульфурации металла, но, если в первом случае расход аргона составляет около 0,2 м³/т, то при десульфурации он возрастает в 10 раз. Использование для продувочных пробок качественного дорогостоящего материала, с одной стороны, увеличило затраты на пробки, но появившееся свободное технологическое время на печах окупило это увеличение с лихвой.

Применение в литейном производстве донных продувочных пробок (узлов) обеспечивает: усреднение температуры и химического состава металла в ковше, улучшение растворимости легирующих элементов, уменьшение «замерзания» металла в области слива, выведение в шлак продуктов раскисления, дефосфорации и десульфурации, снижение температуры выпуска металла на 15–20°С, улучшение заполнения формы, ускорение процесса доводки металла. Для донной продувки металла инертным газом непосредственно перед и в процессе разлива НПП «Вулкан-ТМ» производит поставку широкой номенклатуры типоразмеров продувочных донных пробок (фурм), устанавливаемых в футеровку ковша, как гнездовым блоком, так и без него (рис. 7). Предлагаемое оборудование для донной продувки работает на ряде российских предприятий, таких, как ООО «Промтрактор-Промлит» (г. Чебоксары), ТСЗ «Титран-экспресс» (Тихвин), ОАО «Волгограднефтемаш», ОАО «Металлист» (г. Качканар) и других, ведется подготовка к проведению испытаний на ОАО «Металлургический завод «Электросталь»».

Не осталась без внимания и проблема продувки металла аргонном на литейных ковшах малой емкости (менее 1 тонны). Миниатюрная 10 щелевая продувочная пробка высотой всего 80 мм была специально разработана для ОАО «НЗХК» (г. Новосибирск). Использование продувочных пробок производства НПП «Вулкан-ТМ» при выплавке сталей аустенитного класса в индукционных печах на данном предприятии показало положительный эффект. В совокупности с применением раскислителей и модификаторов удалось получить

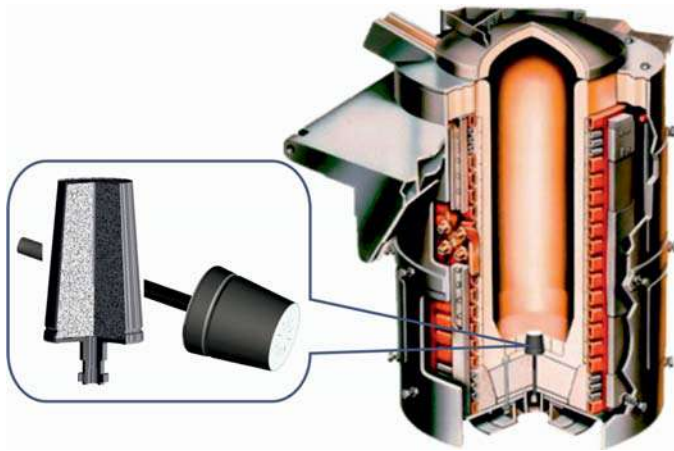


Рис.7. Донная продувочная пробка на индукционной печи

сталь с высокими характеристиками по пластичности, механическими свойствами и низким содержанием неметаллических включений (оксидов, нитридов, карбонитридов и пр.). Кроме того, отмечено увеличение стойкости футеровки в 1,5–2 раза. Стойкость же самих пробок достигает 80 плавов, что для изделия, имеющего столь скромные типоразмеры, является существенным достижением.

В течение последних 3-х лет ООО НПП «Вулкан-ТМ» в содружестве с ЗАО «Росогнеупор» проводит работу по внедрению на производственных площадях «Вулкан-ТМ» совместных разработок по неформованному огнеупорам.



Технические характеристики:

1. Донная выгрузка.
2. Объем емкости от 50 до 200 л.
3. Масса замеса от 20 до 150 кг.
4. Время замеса 4–6 мин.
5. Частота вращения месильного органа 400–900 об./мин.
6. Частота вращения чаши 15–30 об./мин.

Рис.8. Смеситель «СИД50» сверхинтенсивного действия

С января 2008 г. «Вулкан-ТМ» приступил к выпуску промышленных партий набивных масс муллитового, муллитокорундового и корундового составов, которые успешно работают на ряде заводов металлургической отрасли. Отличительной особенностью данных масс является наличие в их составе модификатора, который позволяет получить массы с регулируемым расширением, синтезировать вторичный муллит при температурах службы и, как следствие, это повышение физико-технических свойств масс (прочности, плотности, металло- и шлакоустойчивости, термостойкости). Расширяющиеся массы подпирают футеровку и, тем самым, предотвращают проходы металла в швы.

Огнеупорным производством «Вулкан-ТМ» также освоен выпуск сухих бетонных смесей муллитокремнеземистого, муллитового, муллитокорундового, корундового и корундового с добавками составов. Эти бетоны выпускаются как среднецементные, низкоцементные, так и ультранизкоцементные. Указанные бетоны успешно применяются на ряде металлургических заводов в промежуточных и сталеразливочных ковшах, это: крышки промковшей и стальковшей, арматурная футеровка, выравнивающий слой стальковшей, заливка вокруг гнездовых блоков и стыка футеровки стен и дна стальковшей. Низкоцементные корундовые и корундошпинельные бетоны успешно используются в сводах дуговых электропечей.

За последние годы успешно освоено производство импортозамещающих огнеупорных масс (мертелей) с улучшенными эксплуатационными свойствами. В настоящее время предприятие осуществляет выпуск огнеупорных паст для вклейки многоплавочной шиберной керамики ПО-Ш85Х с добавлением тугоплавких хромовых соединений и кладочных паст ПО-К85 (аналог ММКФ-85). За период испытаний огнеупорные пасты показали высокие эксплуатационные характеристики, заметное улучшение кладочных свойств, повышение стойкости шва при вклейке шиберной керамики до 7 плавов, нанесение и удаление слоя мертеля теперь стало более удобным и требует меньше времени. На ряде предприятий продолжается освоение технологии применения огнеупорных паст, проводятся испытания опытных партий продукта.

Приготовление бетонных масс различного назначения является ответственной операцией, от качества выполнения которой во многом зависит качество получаемых отливок. Для приготовления огнеупорных смесей разработан смеситель «Вулкан-ТМ СИД50» (рис.8), предназначенный для получения водного раствора тиксотропной смеси или сухой смеси в режиме сверхинтенсивного действия. Работа смесителя в режиме сверхинтенсивного действия позволяет снижать количество воды для замеса, что дает возможность снизить пористость и улучшить эксплуатационные характеристики готовых смесей и получаемых футеровок.

Смеситель оборудован пультом управления с частоторегулируемым электроприводом, что позволило применить плавную регулировку скорости вращения рабочего органа смесителя, плавное торможение и плавный пуск без рывков, автоматическую защиту от механических и электрических перегрузок. Смеситель оснащен стационарной, либо съемной емкостью смешивания, выгрузка готовой смеси происходит автома-

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56

тически. Анализ результатов эксплуатации смесителя показал, что разработанная конструкция соответствует требованиям современного производства. Производимая на нем смесь обладает высокой степенью однородности и соответствует требованиям качества. Смеситель характеризуется удобством обслуживания, его использование способствует существенному сокращению ручного труда.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что в настоящее время НПП «Вулкан-ТМ» обладает всем необходимым потенциалом для успешной модернизации существующих литейных цехов и оснащения

вновь вводимых в эксплуатацию производств. Предприятие осуществляет шеф-монтаж, гарантийное обслуживание, проектные и пусконаладочные работы, подготовку и обучение персонала.

Список литературы

1. Дибров И.А. Состояние и перспективные направления развития литейного производства России // Литейщик России. – 2011. – №9. – С. 9–15.
2. Золотухин В.И. и [др]. Новые разработки НПП «Вулкан-ТМ» по шиберной разливке стали и оборудованию для внепечной обработки.

Карл-Юхан Нюберг (главный технолог концерна OY LUX AB)

ALPHASET – процесс и новое связующее ALPHASET TPA 150

Специалисты английской компании Borden Chemical UK на стыке 1970–1980 гг. изобрели щелочную фенолформальдегидную смолу, которую назвали ALPHASET. Первая ALPHASET-смола компании Borden вышла на рынок в 1982 г.

В начале 1990-х гг. компания вошла в состав концерна Hexion Specialty Chemicals, который совсем недавно переименован в Momentive Specialty Chemicals.

Являясь разработчиком «Альфа-сет-процесса», производитель постоянно совершенствует свои связующие с целью увеличения прочности и регенерируемости смеси. Состав связующих оптимизирован с целью улучшения условий труда и экологичности в зонах формовки, заливки и выбивки.

В настоящее время ALPHASET-процесс получил широкое применение при литье стали, чугуна и цветных металлов во всем мире, что позволило концерну Momentive Specialty Chemicals существенно расширить производство своих связующих во многих странах мира. Обычно ALPHASET-метод связывают с хорошим качеством поверхности отливки, ее хорошим металлургическим качеством, а также высокой эффективностью процесса изготовления форм и стержней, более экологичным воздействием при формовке, заливке и выбивке.

Полученные на свежем песке прочностные показатели были высокими с самого начала, но прочность, полученные при работе с регенератом, – значительно ниже, равно как и скорость отверждения форм. Однако последние разработки связующих внесли положительную коррективу этой ситуации. Уже на смоле ALPHASET TPA 135 были получены хорошие прочностные показатели при работе с механически регенерированным песком, но с приходом на рынок смолы ALPHASET TPA 150 эти показатели существенно выросли при явно более высокой скорости отверждения смеси (рис. 1, а и б). Вышеприведенные свойства смолы ALPHASET TPA 150 позволяют использовать ее при формовке тяжелого стального и чугунного литья, безопочных форм, сложных стержней, а также на тех предприятиях, где хотят оптимизировать экологию рабочих зон внутри литейного цеха и за его пределами.

О разработке нового связующего ALPHASET TPA 150, особенность которого – более высокая скорость отверждения смеси. Свойства смолы ALPHASET TPA 150 позволяют использовать ее при формовке тяжелого стального и чугунного литья, безопочных форм, сложных стержней, а также для улучшения экологии рабочих зон внутри литейного цеха и за его пределами.

Ключевые слова: связующее, фенолформальдегидная смола, экология.

Nybergh C.-J. ALPHASET – process and new binder ALPHASET TPA 150

This article is about the development of the new binder ALPHASET TPA 150, which peculiarity is higher speed of mixture curing. The qualities of resin ALPHASET TPA 150 allow to use it while moulding of heavy steel and iron casting, snap-flask molding, complex cores, and for the increase of ecological conditions on the working areas inside the foundry plant and out of it.

Key words: binder, phenol-formaldehyde resin, ecology.

Новейшая разработка связующего ALPHASET TPA 150

Особенностью ALPHASET TPA 150 является ее реактивность, т. е. более быстрое достижение формой максимальной конечной прочности сразу же по истечении времени живучести. Уже через 1–2 ч прочность формы вдвое выше, в сравнении с ранее используемыми TPA-смолами при работе с отвердителем средней скорости. Здесь важно отметить, что и конечная прочность формы на ALPHASET TPA 150 (при расходе отвердителя 25% от расхода смолы) значительно выше, в сравнении с другими модификациями смол.

При работе на регенерате потребность в добавке свежего песка с использованием ALPHASET TPA 150 снижается и составляет от 0 до 20%, в зависимости от ситуации на конкретном предприятии. В качестве отверждающего компонента используются отвердители серии ALPHASET ACE в количестве 20–25% от количества смолы.

Расход связующего ALPHASET TPA 150 составляет: при производстве форм – 1,1–1,5%; при произ-