



Dantherm® Filtration



Dantherm Filtration® - ведущий производитель систем пыле- и газоочистки для литейных и металлургических предприятий в Европе и во всем мире.



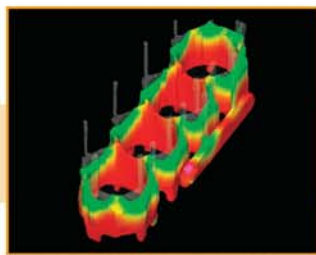
Совершенство ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Являясь мировым лидером в поставках материалов для литейного производства, Ashland Casting Solutions предлагает вам решения, которые повышают производительность и эффективность. Наше стремление – разработка новых поколений продукции, предназначенной для литейных производств и помогающей достигать наивысшего качества литья с одновременным увеличением производительности, является непревзойденным на рынке.



Cold-Box связующие

ISOCURE® (Ashland-процесс), ISOSET® (эпокси-SO₂), ISOMAX® (эпокси-изоцианатные смолы с отверждением амином) и NOVASET (резольный метилформилат процесс) Cold-Box связующие для следующего поколения отливок.



Помощь в разработке литейных технологий

программный пакет Arena-Flow¹ для оптимизации процесса изготовления стержней, стержневой оснастки.



No-Bake связующие

PEP SET® и NOVATHANE полиуретановые смолы, NOVASET фенольные смолы в водном щелочном растворе обеспечивают высокую производительность и великолепное качество в различных условиях. MAGNASET, FURECOL и CHEM-REZ фурановые смолы обеспечивают хорошее отверждение при легкости применения.



Огнеупорные покрытия

ISOTEC®, ISOCOTE®, VELVAPLAST® покрытия на водной и спиртовой основах с различными огнеупорными наполнителями, включая покрытия с изменением цвета при высыхании для оптимизации процессов.

ASHLAND®



Охрана окружающей среды • Профессиональное мастерство • Инновационные решения • Единая команда

Ashland Casting Solutions, 197101, Санкт-Петербург, ул. Чапаева, 15 тел. +7 812 332 56 04, факс +7 812 332 56 05

F A T – ОБОРУДОВАНИЕ ХТС ИЗ ГЕРМАНИИ



Регулируемый по высоте смеситель FAT на 42 тн/ч

ЛУЧШИЕ СМЕСИТЕЛИ No-bake (ХТС)

**Фирма F A T в России и СНГ
(127562, Москва, а/я 111):**

Тел.: (095) 904-35-44;

907-52-90;

Факс: 907-21-50;

E-Mail: fat@ln.ru

Интернет-сайт: www.f-a-t.de

**FAT Förder-und
Anlagentechnik GmbH,
Niederschbach, Germany:**

Telefon: (8+1049) 02734/509-0,

Telefax: (8+1049) 02734/6609



Förder- und Anlagentechnik GmbH

Know-How from Germany

- Смесители непрерывного действия (No-bake-процесс: фуран, альфа-сет) фирмы FAT.
- Автоматические формовочные линии фирмы FAT для производства отливок в формах из ХТС.
- Системы регенерации, станции выбивки и дробления смеси, различные по конструкции охладители.
- Линии заливки и охлаждения. Участки сушки, окраски, кантования и сборки «сухих» форм.
- Системы пневмотранспорта смеси. Установки пылеудаления.
- Транспортные системы форм ХТС всех типов и др.



Отливка по ХТС-процессу. Чугун, вес – 39650 кг

Корпус арматуры
по ХТС-процессу –
вес 39650 кг,
5580x2200x3500 мм



Блок судового двигателя по ХТС-процессу, вес – 11500кг



Кантователь полуформ FAT



Корпус ветряного
генератора
по ХТС-процессу.
Вес – 43000 кг



Стержень ХТС

ООО "ЭВОЛЮТА"

КАЧЕСТВО . ГАРАНТИИ . НИЗКИЕ ЦЕНЫ



ПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ Б/У: ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И INDUCTOTHERM CORP. (США) ПОСТАВКА СЕРВИС ЗАПЧАСТИ

Продаем б/у индукционные и дуговые плавильные печи, производим пуско-наладочные работы. Имеются в наличии печи Inductotherm Corp. (США) типа VIP Power Trak, Dual Trak объемом от 500 до 6000 кг, а также отечественные печи типа ИСТ, ИЧТ, ИАТ, ДСП

www.evoluta.ru

e-mail: evoluta@aha.ru

Тел.: (495) 789-57-81, 796-09-18, Тел./факс: (495) 780-63-85 (многоканальный)



www.fractum.ru

Молот, созданный для работы в металлургической отрасли

- Исключает вторичную переработку
- Разрушает валуны до 200 т
- Мобильный
- Прост в эксплуатации
- Обеспечивает высокую производительность



FRACTUM

Когда разрушение - это бизнес

Разбивает любые материалы в удобном для вас месте и в любое время



РЭЛТЕК

ГРУППА КОМПАНИЙ

РАЗВИВАЙТЕ СВОЙ БИЗНЕС ВМЕСТЕ С НАМИ



620078, Россия, Екатеринбург, ул. Студенческая, 51
Тел.: (343) 379-43-50(многоканальный), 374-25-35, 374-23-62, 374-23-15
Факс: (343) 374-34-63, 374-10-49, 374-23-15
e-mail: reltec@reltec.biz <http://www.reltec.biz>



Производитель пожаробезопасных закалочных и гидравлических жидкостей

БРЕОКС ТЕРМО А

Пожаробезопасная закалочная жидкость на основе полиалкиленгликолей для термообработки черных и цветных металлов, по качеству соответствующая лучшим мировым аналогичным закалочным средам.

Закаливающее действие БРЕОКС ТЕРМО А основано на свойстве обратимой растворимости полиалкиленгликолей. БРЕОКС ТЕРМО А обеспечивает высокие показатели для изделий различной формы из черных и цветных сплавов различного химического состава.

БРЕОКС НФ 46

Не имеющая аналогов в России **пожаробезопасная нетоксичная гидравлическая жидкость** для любого гидравлического оборудования, работающего в пожароопасных условиях.

Обеспечивает безопасные и экономически выгодные условия для работы любого металлургического оборудования.

Обоснование применения:

- повышение безопасности работы персонала и оборудования;
- обеспечение стабильного выпуска продукции;
- повышение внимания к экологическим проблемам;
- энергосбережение;
- применение дорогостоящего оборудования;
- самый низкий параметр воспламенения при разбрызгивании из всех действующих гидравлических жидкостей;
- рекомендации производителей литейных машин;
- запрет Ростехнадзора на использование минеральных масел в шиберах затворах.

Преимущества :

- защита от огня;
- экологичность;
- рабочее давление до 250 Бар;
- отсутствие пенообразования;
- высокие антикоррозионные свойства;
- значительный срок службы;
- практически неограниченный срок хранения;
- совместимость с уплотнениями;
- возможность фильтрации до 5 мкм;
- единственное в СНГ производство жидкости, удовлетворяющее требованиям ISO 12922 .

Область применения:

- машины литья под давлением
- электродуговые печи
- индукционные печи
- установка для загрузки печи
- системы управления
- установка печь-ковш
- кузнечные прессы и молоты
- станы горячей прокатки

ВОЛТЕС М3

Закалочные масла серии ВОЛТЕС М3 изготовлены из высококачественных базовых масел и специально подобранных присадок. Присадки придают маслу отличные противоокислительные свойства и теплостойкость.

Закалочные масла серии ВОЛТЕС М3 обладают следующими преимуществами:

- высокой сопротивляемостью старению
- хорошей устойчивостью к испарению
- долгим сроком службы
- высокой температурой воспламенения

Итальянские литейные технологии: любовь к своему делу и высокая эффективность

ИТАЛИЯ

НА ВЫСТАВКЕ

МЕТАЛЛУРГИЯ-ЛИТМАШ

METALLURGY-LITMASH

2008

**ПОСЛЕДНИЕ НОВИНКИ ИТАЛЬЯНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ
И ИНСТРУМЕНТОВ ПРЕДСТАВЛЕНЫ ФИРМАМИ**

BARALDI LUBRIFICANTI SRL
(БАРАЛДИ ЛУБРИФИКАНТИ)
www.baraldi.com

BOTTA ENGINEERING SRL
(БОТТА ИНЖИНИРИНГ)
www.bottaengineering.com

CALAMARI SPA (КАЛАМАРИ)
www.calamari.it

EUROMAC SRL (ЕУРОМАК)
www.euromac-srl.it

FOUNDRY AUTOMATION SRL
(ФАУНДРИ АУТОМЭЙШН)
www.foundryautomation.com

FOUNDRY ECOCER SRL (ФАУНДРИ ЭКОЧЕР)
www.foundryecocer.it

GILARDONI SPA (ЖИЛАРДОНИ)
www.gilardoni.it

I.M.F. SRL IMPIANTI MACCHINE FONDERIA
(И.М.Ф. ИМПЯНТИ МАККИНЕ ФОНДЕРИЯ)
www.imf.it

IDRA SRL (ИДРА)
www.idragroup.it

IECI TERMOREGOLATORI
(ИЕЧИ ТЕРМОРЕГОЛЯТОРИ)
www.iecionline.com

LPM SRL (ЛПМ)
www.lpm-it.com

MICROTECH SRL (МИКРОТЕХ)
www.microtech-srl.it

MO.FO.PRESS. SNC (МО ФО ПРЕСС)
www.mofopress.it

BELLOI & ROMAGNOLI SRL (БЕЛЛОИ & РОМАНЬОЛИ)
www.belloi.it

OMS PRESSE SRL (ОМС ПРЕССЕ)
www.omspresse.com

PANGBORN EUROPE SRL (ПАНГБОРН ЕУРОП)
www.wheelabratorgroup.it

PRIMAFOND SRL (ПРИМАФОНД)
www.primafond.it

PROGELTA SRL (ПРОЖЕЛТА)
www.progelta.com

ROBOPRES SRL (РОБОПРЕСС)
www.robopres.it

SOGEMI ENGINEERING SPA (СОДЖЕМИ ИНЖЕНИРИНГ)
www.sogemieng.it

SPACE SRL (СПАЧЕ)
www.space-srl.com

TECNO VIBRAZIONI SRL (ТЕХНО ВИБРАЦИОНИ)
www.venanzetti-vibrazioni.com

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию

27 – 30 мая 2008

Выставочный комплекс на Красной Пресне ЭКСПОЦЕНТР,
Москва, Краснопресненская наб.14

Павильон 7, зал 5 и 6



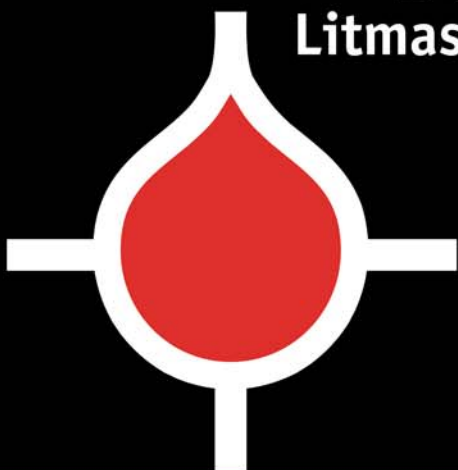
ИЧЕ
Институт Внешней Торговли Италии
www.italtrade.it/countries/europe/russia/index.htm



АМАФОНД
Ассоциация итальянских производителей
оборудования и материалов для литейного
производства
www.amafond.com

Metallurgy

Litmach



Международная выставка
машин, оборудования,
технологий и продукции
металлургической
промышленности
и литейного производства.

27-30 мая 2008 г.
Россия, Москва,
Экспоцентр
на Красной Пресне,
павильон 7



При содействии
ЗАО «Экспоцентр»

ОРГАНИЗАТОРЫ:

МЕТАЛЛ ЭКСПО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ В Ы С Т А В К И

129085, Россия, г. Москва, ул. Б. Марьинская, д. 9, стр. 1
Тел./факс: (495) 901-99-66
E-mail: info@metal-expo.ru
[Http://www.metal-expo.ru](http://www.metal-expo.ru)

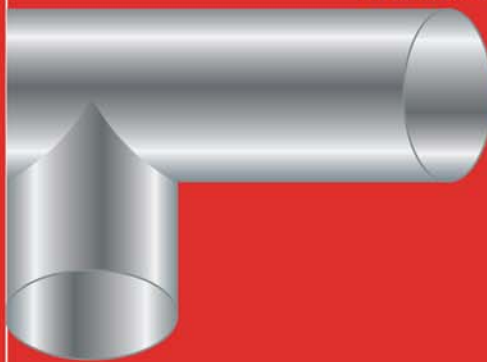

Messe
Düsseldorf


Messe
Düsseldorf
Moscow

Messe Düsseldorf GmbH
P.O. Box 10 10 06
40001 Düsseldorf, Germany
Tel.: +49 (0) 2 11/45 60-77 93
Fax +49 (0) 2 11/45 60-77 40
www.messe-duesseldorf.de
WolfgangC@messe-duesseldorf.de

Tube

Russia



Международная выставка
производителей
труб и трубопроводов

International Tube Association

Aluminium/ Non-Ferrous



Международная выставка
оборудования, технологии
и продукции из алюминия,
цветных металлов и их сплавов



ОГНЕУПОРНЫЕ КРАСКИ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ВСТАВКИ
ФУТЕРОВКА ДЛЯ КОВШЕЙ

ФИЛЬТРАЦИЯ
СВЯЗУЮЩИЕ

Жизнь полна сюрпризов ФОСЕКО поможет Вам с ними справиться

Грузовик не может обойтись без самого необходимого.

Успех литейного производства также зависит от самого необходимого – качественных расходных материалов, таких как фильтры для очистки расплава. Их использование позволяет значительно повысить рентабельность и качество литья.

Глубокое понимание технологических возможностей и критериев качества Вашего производства, а также богатейший опыт применения фильтрации, позволяют нам подобрать оптимальные размеры фильтров ФОСЕКО для решения Ваших персональных задач. Обширный перечень инновационных продуктов и услуг компании ФОСЕКО охватывает все области и процессы литейного производства.

И если Вы хотите сократить уровень брака, улучшить качество поверхности или повысить механические свойства литья – Вы можете рассчитывать на ФОСЕКО.

SEDEX
SIVEX
STELEX PrO
STELEX ZR



За более подробной информацией обращайтесь в ФОСЕКО.

Тел: (495) 221 2511 или 221 2512
Факс: (495) 787 6114

Email: info.rus@foseco.com



SEDEX
CERAMIC FOAM FILTERS
FOR CAST IRON'S FILTRATION



Оборудование для индукционного нагрева и плавки металлов.

Индукционные плавильные электропечи серии ИТПЭ емкостью от 30 кг до 2500 кг.
Тиристорные преобразователи частоты мощностью 50-1600 кВт и частотой 0,5-2,4 кГц.
Индукционные нагревательные установки мощностью от 5 до 1600 кВт.
Индукционные закалочные установки мощностью от 5 до 250 кВт.
Высокочастотные транзисторные генераторы частоты.

ООО "ТЕРМОЛИТ"

Гарантия качества и сервисное обслуживание

ИНДУКЦИОННЫЕ ПЛАВИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ



ИНДУКЦИОННЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ



ИНДУКЦИОННЫЕ ЗАКАЛОЧНЫЕ УСТАНОВКИ



ТИРИСТОРНЫЕ И ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ



Сертифицировано:

ISO 9001-2000

УкрСЕПРО

ГОСТ Р

Ростехнадзор

Проматомтехнадзор Белоруссии

72316, Украина, Запорожская обл., г. Мелитополь, ул. Зиндельса, 23
т./ф. +38(0619) 42-40-12, 42-02-19

www.termolit.ua, om@termolit.ua,
termolit@inbox.ru, termolit@list.ru



Кафедре «Машины и технология литейного производства» им. П.Н. Аксенова МГТУ «МАМИ»

65 лет



Кафедра ведет подготовку инженеров по специальностям: «Машины и технология литейного производства» (направление 120300) и «Технология художественной обработки материалов» (направление 656700), прием на которую был открыт в 2003 г., а также бакалавров и магистров по направлению 551800 «Технологические машины и оборудование», на кафедре работает аспирантура и докторантура. В университете действует диссертационный совет ДМ 212 140 02 (утвержденный в 2007 г.) с правом защиты докторских и кандидатских диссертаций по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Кафедра имеет два филиала, располагает хорошо оснащенными учебными и научно-исследовательскими лабораториями плавки и литейных сплавов, формовочных и стержневых машин, контроля качества, литейной гидравлики, формовочных материалов, автоматизации литейного производства, математического моделирования и ЭВМ, в которых проводятся учебные занятия и научно-исследовательские работы студентов и аспирантов.

Идея имеет форму.
Безопасность приобретает форму.
Мы создаем форму.



Алкасет/Каталит

Щелочная фенольная система для ХТС,
отверждаемые сложнотелесными отвердителями.

- Отсутствие серы и азота.
- Широкий ассортимент отвердителей Каталит:

UC URALCHIMPLAST
CAVENAGHI

Связующие системы для литья

Уралхимпласт-Кавенаги
Россия, 622012, Нижний Тагил
Северное шоссе 21
тел.: +7 (3435) 346-264
e-mail: foundry@ucp.ru
www.ucp-cavenaghi.ru

Содержание

К 65-летию кафедры «Машины и технология литейного производства» МГТУ «МАМИ»

- 13 Трухов А.П. 65 лет кафедре «Машины и технология литейного производства» имени П.Н. Аксенов
- 18 Ершов М.Ю. Специальность «Технология художественной обработки материалов»
- 21 Миронов А.С., Маляров А.И. Учебно-научно-технический центр МГТУ «МАМИ» в г. Ивантеевке
- 23 Трухов А.П., Шабенов К.К. Определение объема прибылей для чугунных отливок в сырые песчано-глиняные формы
- 24 Благонравов Б.П., Леснов В.Н., Мешков В.П. К вопросу о механизме выбивки сырых песчано-глинистых литейных форм
- 28 Сорокин Ю.А., Корнеев С.Ю. Исследование возможности получения качественной оболочки из песчано-бентонитовой смеси на плоских поверхностях ячеистого кокиля
- 31 Миненко Г.Н. Влияние состояния металлического расплава на результаты процесса модифицирования
- 33 Фоченков Б.А. О ликвации первичного кремния в отливках из заэвтектических силуминов
- 35 Минаев А.А. Мониторинг патентной документации по технологии литья под давлением
- 39 Нутрихин В.Э., Ершов М.Ю. Монолитные гипсовые формы для литья по выплавляемым моделям
- 41 Евстигнеев А.И., Петров В.В., Дмитриев Э.А., Свиридов А.В., Куриный В.В. Регенерация остатков суспензий, используемых для получения оболочковых форм, методом электрофореза
- 42 Иванов В.В., Зелинский В.В., Антонов Г.В. Возможность снижения величины разрежения в вакуумно-пленочных формах

Информация

- 46 Буданов Евгений Николаевич (к 50-летию со дня рождения)
- 47 Мероприятия по литейному производству

Адрес редакции:

123557 Россия, Москва, Пресненский вал, 14.
Тел./факс: (495) 253-5091 Тел./факс: (495) 253-7195
E-mail: foundryral@mtu-net.ru; foundryral@mail.ru, www.ruscastings.ru

Журнал включен в перечень журналов ВАК
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, рег. номер ПИ № 77-12196
Подписные индексы: 81628 – в каталоге Агентства «Роспечать»;
44156 – в объединенном каталоге «Пресса России».
Цена 350 руб. Формат 60x90/8. Тираж 1000 экз.

А.П. Трухов (заведующий кафедрой, д-р техн. наук,
профессор, Заслуженный деятель науки)

65 лет кафедре «Машины и технология литейного производства» имени П.Н. Аксенова

Кафедра «Машины и технология литейного производства» (МИТЛП) создана в бывшем Автомеханическом институте в 1942 г. как общетехническая, а в 1943 г. стала профилирующей. Кафедру возглавил пришедший из МВТУ им. Баумана молодой доцент **Павел Николаевич Аксенов** (1902–1975 гг.), защитивший в том же году докторскую диссертацию, затем получивший почетное звание Заслуженный деятель науки и техники РФ.

Постепенно формируется коллектив преподавателей кафедры. Для чтения лекций приглашаются совместителями ведущие ученые и специалисты-литейщики – профессора П.П.Берг, Л.М.Мариенбах, Д.П.Иванов, Л.И.Леви. Набирают силу молодые преподаватели – Б.В.Рабинович, Л.С.Константинов, И.Б.Петрова, позже Г.М.Орлов, В.С.Мысовский, Б.П.Благонравов, А.П.Трухов и др. Кафедра становится одной из ведущих в Союзе (сейчас в России).

П.Н.Аксенов заведовал кафедрой 32 года. После него кафедру возглавил его ученик – Заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор, д-р техн. наук Г.М.Орлов (1923–1995 гг.), а с 1993 г. – также его ученик, Заслуженный деятель науки РФ, профессор, д-р техн. наук А.П. Трухов. Сейчас на кафедре работают три профессора, доктора технических наук – А.П.Трухов, Б.А.Фоченков, М.Ю.Ершов, профессор, канд.техн.наук А.И.Маляров, в должности профессора кандидаты технических наук Б.П.Благонравов, Ю.А.Сорокин и А.А. Минаев, доценты, кандидаты технических наук – В.Н.Леснов, В.П.Мешков, Г.Н.Миненко. Совместителем работает профессор, канд. техн. наук А.А. Волкомич (Генеральный директор ЗАО «Литаформ»)

Кафедра имеет два филиала, первый создан в ОАО «НИИТавтопром», заведует филиалом профессор, канд. техн. наук А.А.Волкомич. Здесь студенты проходят обучение, преддипломную практику, выполняют дипломные проекты и после окончания вуза некоторые из них продолжают работать инженерами. Второй филиал организован в учебно-научно-техническом центре МГТУ «МАМИ» в г. Ивантеевка на бывшем опыт-



Коллектив кафедры «Машины и технология литейного производства» имени П.Н. Аксенова

ном заводе НИИТракторосельхозмашина, заведует филиалом профессор, канд. техн. наук А.И.Маляров.

Кафедра ведет подготовку инженеров по специальностям: «Машины и технология литейного производства» (направление 150204) и «Технология художественной обработки материалов» (направление 656700), прием на которую был открыт в 2003 г., а также бакалавров и магистров по направлению 150400 «Технологические машины и оборудование», на кафедре работает аспирантура и докторантура. В университете действует диссертационный совет ДМ 212 140 02 (утвержденный в 2007 г.) с правом защиты докторских и кандидатских диссертаций по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Первый выпуск литейщиков состоялся в 1947 г. Дипломы инженера-механика по специальности «Машины литейного производства и литейное дело» были вручены 13 выпускникам института. За 65 лет кафедры подготовила более 3000 специалистов, которые работали и работают на многих заводах и в НИИ России, Украины, Беларуси, Казахстана, Молдовы и других стран дружества. Есть выпускники кафедры и среди граждан Германии, Польши, Китая, Вьетнама, Сирии, Эфиопии. Среди ее выпускников – видные орга-

Занятия по рисунку, живописи, композиции и скульптуре ведут профессионалы, творческая и воспитательная деятельность которых успешно соединились на кафедре «МиТЛП» им. П.Н. Аксёнова

Попова
Анна
Александровна



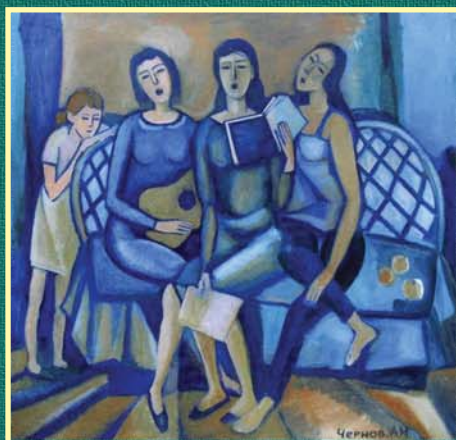
Груши



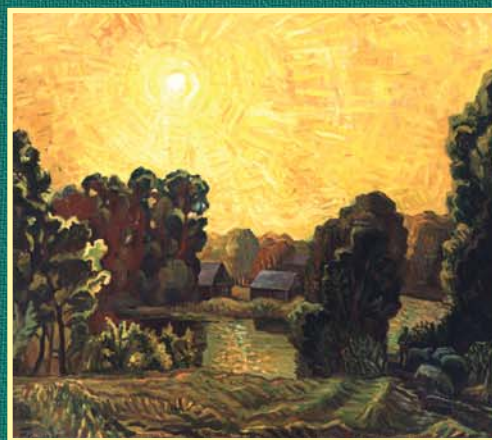
Лето

Окончила художественно-графический факультет Московского государственного педагогического университета кафедру «Декоративно-прикладное искусство», работала художником в издательствах Москвы и в центральном Доме литераторов. Член МОСХа, работает в станковой живописи и графике, участник выставок Союза художников. С 2005г. – старший преподаватель МГТУ «МАМИ».

Чернов
Александр
Николаевич



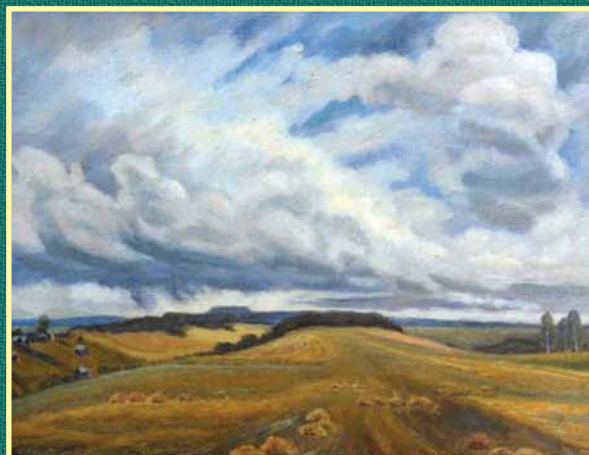
Поющие девушки



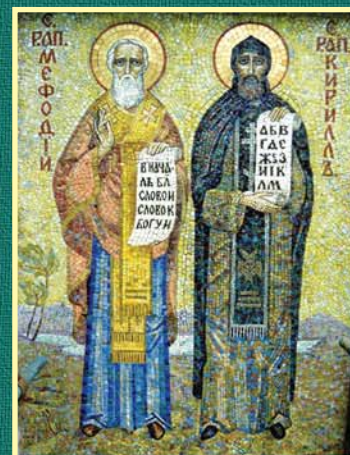
Заход солнца

Окончил Московское театральное-художественное училище, работал в эстампной мастерской, получил специальность печатника-литографа. Учился в Московском полиграфическом институте (курс А.В. Васнецова и А.М. Буганова), преподаёт в эстампной мастерской МГУП. Член МОСХа. Участник сезонных и зональных выставок Союза художников и выставок за границей. С 2005г. – доцент МГТУ «МАМИ».

**Воеводский
Олег Михайлович**



Осень под Волочком



*Мозаика, Свв. Кирилл
и Мефодий*

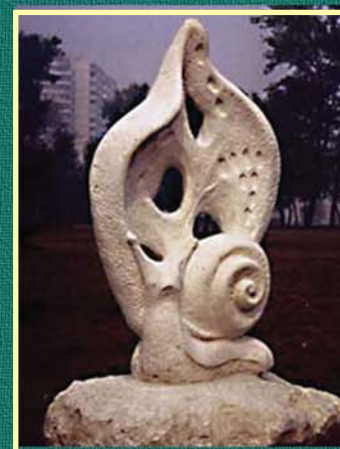
Окончил Оренбургское художественное училище, член МОСХа. Работает в станковой живописи, мозаике, резьбе по дереву. Участник Республиканских и Московских выставок Союза художников. Автор мозаик на Елоховском соборе в г. Москве и Софринских Патриарших художественных мастерских, различных работ по дереву в Московских храмах. С 2006г. – старший преподаватель МГТУ «МАМИ».

**Чеверов
Василий Николаевич**



Рельеф «Веселье»

Скульптурная композиция на Рублёвском шоссе

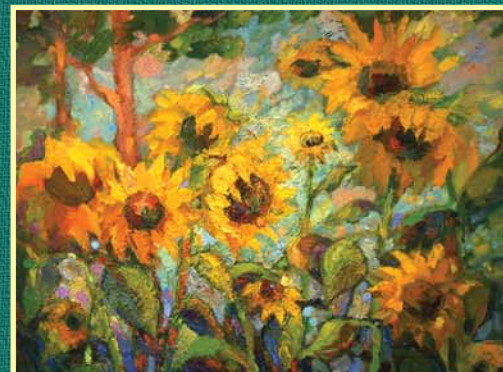


Окончил факультет монументально-декоративного и прикладного искусства Московского художественного университета им. Строганова. Член Международного художественного фонда. Работает в жанре скульптуры. Участник художественных выставок различного уровня. Автор ряда памятников и декоративных скульптур в Москве. С 2006г. – старший преподаватель МГТУ «МАМИ».

**Чеверова
Екатерина Борисовна**



Витраж



Подсолнухи

Окончила факультет монументально-декоративного и прикладного искусства Московского художественного университета им. Строганова. Член Международного художественного фонда. Работает в жанре живописи и художественного стекла. Участник художественных выставок различного уровня. Автор картин и витражей, находящихся в частных коллекциях России, Германии и Финляндии. С 2006г. – старший преподаватель МГТУ «МАМИ».

низаторы производства, крупные ученые, лауреаты государственных премий.

Все годы на кафедре ведется большая учебно-методическая работа, результаты которой используются во многих вузах страны. Л.С.Константинов в 1953 г. был командирован в КНР для организации учебного процесса по литейной специальности. Позже Л.С.Константинов, Б.В.Рабинович, Ю.С.Сухарчук работали по семестру и более в Комсомольском-на-Амуре политехническом институте для оказания помощи кафедре литейного производства.

П.Н.Аксенов в 1952 г. выпустил классический учебник «Оборудование литейных цехов», выдержавший два издания в Советском Союзе и переведенный во многих странах. За этот учебник автор получил Государственную премию СССР. Профессор Г.М.Орлов, продолжая труды П.Н.Аксенова, издал учебное пособие «Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм», которое включает теоретические разработки по новейшим процессам формообразования. В издательстве «Машиностроение» коллективом преподавателей кафедры изданы атласы «Машины литейного производства» и «Печи в литейном производстве». В 1996 г. в связи с созданием новой дисциплины в МАМИ издано учебное пособие «Формирование точности отливок» (авторы: Волкомич А.А., Трухов А.П., Сорокин Ю.А.).

В 2004 г. издательским центром «Академия» выпущен учебник «Литейные сплавы и плавка» написанный профессорами А.П.Труховым и А.И.Маляровым. В 2005 г. там же издан учебник «Технология литейного производства, литье в песчаные формы», написанный группой авторов: А.П.Трухов, Ю.А.Сорокин, М.Ю.Ершов, Б.П.Благоднаров, А.А.Минаев, Э.Ч.Гини. В 2008 г. будет издан учебник «Печи литейных цехов» (автор Б.А.Фоченков). Коллектив кафедры многие годы разрабатывал типовые учебные планы и программы по дисциплинам «Машины и технологии литейного производства» для всех вузов России и бывшего СССР.

Много времени кафедра уделяет подготовке научных кадров. Аспирантуру кафедры окончили более 150 человек, подавляющее большинство аспирантов защитили кандидатские диссертации, а Л.С.Константинов, Б.В.Рабинович, Г.М.Орлов, А.П.Трухов, Д.Н.Худокормов, В.А.Марков и М.Ю.Ершов – докторские.

С момента создания кафедры преподавательская деятельность теснейшим образом сочеталась с научной работой, в которой участвуют все преподаватели кафедры, к выполнению исследований постоянно привлекаются студенты.

В МГТУ «МАМИ» создана и продолжает свое развитие научная школа по разработке теории технологических процессов, рабочих процессов литейных машин и печей. Основателем научной школы стал первый руководитель кафедры П.Н.Аксенов. Направления деятельности научной школы связаны с именем ученых, которые работали и работают на кафедре «МиТЛП» МГТУ «МАМИ».

Под руководством П.Н.Аксенова были выполнены исследования процессов уплотнения форм, пригото-

вления смесей, выбивки и очистки отливок, проводили работу по изучению работы машин, выполняющих эти операции. Им были разработаны и обобщены дифференциальные уравнения, описывающие рабочие процессы большинства видов литейного оборудования. Эти разработки служат базой для проведения моделирования на ЭВМ рабочих процессов машин и некоторых технологических решений. Работы, проводимые кафедрой в этом направлении, позволяют получать оптимальные конструкторские решения элементов машин и узлов автоматических линий. Научные труды П.Н.Аксенова послужили основой при создании первой автоматической прессовой формовочной линии на ГАЗе, пескодувно-прессовой линии на автозаводе в г.Миассе, являются составной частью упоминаемого учебника по оборудованию. Также под его руководством были начаты работы по исследованию точности отливок.

Основное научное направление профессора, д-ра техн. наук Л.С.Константинова (1910–1981 гг.) – напряженно-деформированное состояние, включая коробление отливок в процессе затвердевания, охлаждения и взаимодействия отливок и формы. Профессор Л.С.Константинов известен как один из создателей теории центробежного литья. Результаты его исследований использованы на ЗИЛе для уменьшения остаточных напряжений и коробления отливок и разработки режимов охлаждения отливки в форме до выбивки и после нее на воздухе. Работы Л.С.Константинова продолжены его учениками профессорами А.П.Труховым и М.Ю.Ершовым.

Основным научным направлением профессора, д-ра техн. наук, Заслуженного деятеля науки и техники РФ, лауреата Государственной премии СССР Б.В.Рабиновича (1913–1993 гг.) являлись исследования и разработка литниковых дроссельных систем, создание основ теории моделирования литниковых систем для чугунных отливок с использованием холодных жидкостей, включая воду. Разработанные на этой базе литниковые дроссельные системы внедрены на заводах автомобильной и станкостроительной промышленности с огромным экономическим эффектом. Профессор Б.В.Рабинович известен как создатель новых технологических процессов, одним из которых является процесс изготовления отливок в облицованный кокиль, разработанный с использованием авторского свидетельства Б.В.Рабиновича. За разработку и внедрение этого технологического процесса авторы, включая профессора Б.В.Рабиновича, получили Государственную премию СССР.

Основное научное направление профессора, д-ра техн. наук, Заслуженного деятеля науки РФ Г.М.Орлова (1923–1995 гг.) – разработка теоретических основ уплотнения песчано-глинистых литейных форм пресованием и импульсным способом. Г.М.Орлов участвовал в разработке и внедрении первой автоматической формовочной линии на ГАЗе. Им разработана проба для определения текучести формовочных смесей, которая используется во всем мире и введена в ГОСТ, получен патент США на пескодувно-импульсно-прессовый процесс (совместно с Б.П.Благоднаровым и А.А.Волкомичем). Много внимания в своей работе профес-

сор Г.М. Орлов уделял внедрению ЭВМ в учебный процесс, начав эту работу еще на ламповых машинах, он продолжал ее до последних дней своей жизни.

Профессор, канд. техн. наук В.С.Мысовский (1922–2001 гг.) работал в области автоматизации литейного производства, им создан курс «Автоматизация техпроцессов в литейном производстве». В.С.Мысовский известен своими работами по контролю качества отливок, многие годы занимался использованием вакуума в литейном производстве, что позволило разработать экологически чистый метод выбивки литейных форм.

Профессор, канд. техн. наук Б.П.Благодрахов после работ в области газовых вагранок, автоматизации приготовления формовочных смесей (совместно с В.С.Мысовским), изготовления стержней «Гимес-процессом» (совместно с Ю.С. Сухарчуком) сотрудничал с профессором Г.М. Орловым и его аспирантами в области изучения импульсного уплотнения и создания теоретических представлений об этом процессе. Результатами работы стал огромный материал по уплотнению форм импульсом газа, теории процесса импульсного уплотнения, моделирования на ЭВМ рабочих процессов импульсной головки, моделирование напряженного состояния формы при импульсном и комбинированном уплотнении формы и т.п.

Профессор, д-р техн. наук А.П. Трухов продолжил работы Л.С. Константинова по напряженно-деформированному состоянию и П.Н. Аксенова по формированию точности отливок. При анализе напряженно-деформированного состояния им использованы представления о растущих телах, которые позволили теоретически и экспериментально (совместно с М.Ю. Ершовым) установить неоднородность распределения относительной линейной усадки на рассматриваемом размере отливки, а также определить зависимость линейной усадки отливки от номинального значения размера (совместно с Ю.А. Сорокиным). При этом линейная усадка отливок является не только результатом усадки сплава, но и взаимодействия отливки с литейной формой. Результаты этих работ опубликованы в монографиях, многочисленных статьях и используются в учебном процессе.

В 1958 г. в ИМАШе РАН под руководством П.Н.Аксенова была организована лаборатория литейных процессов, сотрудниками которой были также А.С. Константинов и А.П. Трухов. В лаборатории изучалась проблема повышения точности отливок. В 1960 г. лаборатория перестала существовать. Однако в 1972 г. П.Н. Аксенов вновь вернулся к этой проблеме, изучение которой затем продолжили А.П. Трухов, Ю.А. Сорокин. Результаты исследований, полученные в совместных работах с ЗИЛом и НИИТавтопромом, были использованы при создании, с участием работников кафедры, ГОСТ 26645–85(89) «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров масс и припуски на механическую обработку».

Следует отметить, что указанный ГОСТ опережал и до сих пор опережает стандарт ISO 8064, в который разработчики добавили сначала припуски на механическую обработку, затем допуски формы и расположе-

ния (ISO 8064–93), но до сих пор в ISO отсутствуют допуски массы и не учтено количество переходов и качество механической обработки при определении припуска.

В настоящее время совместно с ЗАО «Литаформ» разработан пакет программ ТОТЛ–2, при использовании которого точностные параметры могут быть определены однозначно (в ГОСТ 26645–85(89) в рекомендательных таблицах приводится широкий интервал точностных параметров).

В последние годы группой сотрудников (А.П.Трухов, Ю.А.Сорокин, В.П.Мешков) в совместной работе с ЗАО «Литаформ» (А.А.Волкомич, И.А.Слободина и др.) с использованием пакета ТОТЛ–1 создан САПР технологии изготовления чугунных, стальных и алюминиевых отливок в песчано-глинистых формах на основе графического пакета TFLEX. Работы продолжаются, и в настоящее время на стадии выхода находится САПР технологии изготовления отливок литьем по выплавляемым моделям, литьем под высоким давлением. Создание САПР потребовало большой работы по обобщению технологических данных и созданию технологических моделей. Результаты работ используются в учебном процессе. Так, в частности, старшим преподавателем И.А.Слободиной создан курс «САПР технологии литейного производства».

Основным научным направлением профессора, д-ра техн. наук Б.А. Фоченкова, работающего на кафедре с 1993 г., является разработка теоретических основ создания индукционных единиц с однонаправленным движением металла (ОДМ) для многоиндукторных индукционных канальных печей для выплавки медных и никелевых сплавов. С использованием теоретических разработок профессора Б.А. Фоченкова модернизировано более 80% всего парка плавильного оборудования Министерства цветной металлургии СССР. В ОАО «Московский подшипник» создана и пущена в промышленную эксплуатацию двухиндукторная индукционная канальная печь емкостью 1,5 т, оснащенная единицей ОДМ. Проводится разработка технологии производства алюминий-стронциевых и алюминий-фосфорных лигатур для модифицирования эвтектических и заэвтектических силуминов (АК 21,26), которые применяются при производстве поршней дизельных и бензиновых двигателей.

Профессор М.Ю. Ершов работает в области технологии литейного производства. Основные работы посвящены разработке обобщенного механизма приготовления сырых песчано-глинистых смесей и созданию новых конструкций смесителей, а также кокильному и художественному литью.

Профессор А.И. Маляров ведет успешную научную работу в области специальных видов литья. Под его руководством трое аспирантов успешно защитили диссертации по кокильному литью, отличительной особенностью этих научных разработок явилось их практическое применение в производстве.

Круг научных интересов профессора А.А. Минаева лежит в области патентных исследований. Им подготовлена докторская диссертация о зарождении и развитии технологий литейного производства в XX

веке, в которой на основе статистически обоснованной патентно–информационной модели удалось выявить закономерности развития литейного производства РФ и составить прогноз его развития на ближайший период.

На кафедре создан Орган сертификации литейного оборудования, отливок и литых деталей «МАМИ–СЕРТМАШЛИТ» и испытательный центр «ИЦ–МАМИ», которые приглашают к сотрудничеству заинтересованные организации, особенно участвующие в конкурсах, тендерах и т.п.

Металлургическое направление, включающее курсы «Металлургические основы и технология плавки литейных сплавов», «Печи литейных цехов», в первые годы работы кафедры было поручено ассистенту Л.И.Леви. В дальнейшем Л.И.Леви и его преемник на кафедре Д.П.Иванов стали наиболее авторитетными в стране специалистами по вопросам теории и практики металлургических процессов литейного производства. Коллективом преподавателей кафедры в составе П.Н. Аксенова, Л.М. Мариенбаха, В.С. Мысовского, Ю.С. Сухарчука, Г.И. Пленцова и Б.П. Благоназрова была разработана аналоговая ЭВМ для расчета ваграночной шихты и управления ее набором (машина создана в ТНИИСА с участием аспиранта Шапиро), разработан и испытан узел для автоматического набора шихты, создан прибор для ведения плавки в вагранке, названный «Советчик мастера», а также тепловой уровнемер шихты, изучен рабочий процесс коксогозовых вагранок, получивших в начале 1960–х гг. широкое распространение.

Цикл лекций по металлургии на кафедре был создан доцентами Г.И.Пленцовым, Ю.С.Сухарчуком и И.Б.Петровой. В разные годы преподавание этого цикла велось профессором Л.М.Мариенбахом, доцентом С.С.Четверухиным, в настоящее время ведется профессорами Б.А.Фоченковым и А.И.Маляровым.

В лабораториях кафедры имеется основное литей-

ное оборудование: печи, формовочные и стержневые машины, смесители. Преподавание дисциплин полностью обеспечено основной и дополнительной методической литературой. Лабораторные и самостоятельные работы студентов проводятся с применением ЭВМ в кафедральном и университетском компьютерных классах с использованием программы «Полигон» и более чем 20 программ, разработанных на кафедре.

Многие работы сотрудников кафедры, как уже отмечалось, стали основой для разработки новых процессов, машин и линий – прессовой АФЛ для тормозных барабанов, установленной на ГАЗе в 1962 г.; линии для литья в облицованный кокиль; формовочного автомата последовательного прессования, работающего на Ярославском моторном заводе; принудительного–последовательной релейной системы раздачи смеси по расходным бункерам; импульсного формовочного автомата, изготовленного Павлоградским заводом «Литмаш».

Начиная с 1990 г. в лаборатории кафедры под руководством профессора А.И. Малярова организовано производство тормозных дисков к автомобилям ВАЗ 2101, получаемых литьем в сырые формы. Изменяющаяся конъюнктура рынка потребовала наладить производство тормозных барабанов литьем в кокиль, а затем разработать такую технологию и для тормозных дисков. Производственная деятельность способствует вводу в эксплуатацию современного оборудования и позволяет использовать лабораторию МГТУ «МАМИ» и лабораторию филиала УНТЦ (г.Ивантеевка) как полноценную базу для производственной и технологической практик, а также экспериментальных исследований аспирантов. Налаживание взаимовыгодного сотрудничества с предприятиями помогает кафедре сохранить кадры, выживать и развиваться, хотя необходим срочный приток молодых квалифицированных преподавателей.

М.Ю. Ершов (д-р техн. наук, профессор)

Подготовка инженеров–технологов по художественной обработке материалов на кафедре «Машины и технология литейного производства» им. П.Н. Аксенова

Кафедра «Машины и технология литейного производства» им. П.Н. Аксенова успешно готовит специалистов–литейщиков на протяжении 65 лет. В середине 1990–х гг. стали ощущаться трудности с набором студентов, что было вызвано спадом в промышленности, а также снижением престижности машиностроительных специальностей, в том числе и литейного производства. Похожая тенденция была отмечена еще в 1970–х гг., когда специальность «Машины и технология литейного производства» была причислена к остродефицитным, что предоставляло льготы при поступлении на нее медалистам и выпускникам профессионально–технических училищ, однако, количество льготников не превышало 10%. В это же время стала

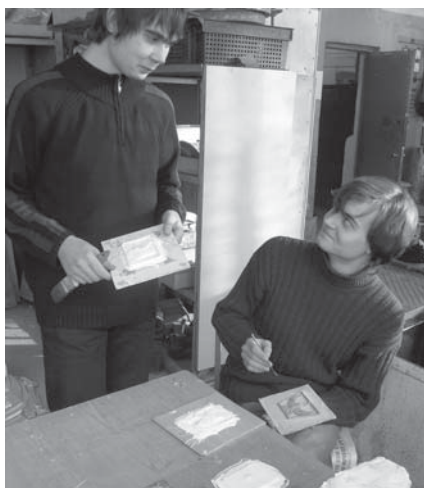
проявляться растущая потребность в профильных специалистах, на что кафедра отреагировала в начале 1980–х гг. открытием на кафедре нескольких специализаций: «Менеджмент и маркетинг в литейном производстве», «Художественное литье», «Автоматизация и робототехника в литейном производстве», но, несмотря на это, конкурс при приеме оставался невысоким (около двух человек на место). С каждым годом становился заметнее процесс сокращения количества поступающих на литейную специальность, и остро встал вопрос о необходимости открытия новой специальности, чему способствовал мощный научно–педагогический потенциал кафедры, состоящей из опытных и высококвалифицированных преподавателей,

способных передавать богатые знания и опыт молодежи. После длительной подготовительной работы и обсуждения на разных уровнях вопроса об открытии новой специальности было принято решение открыть новую специальность «Технология художественной обработки материалов» со специализацией «Металлы». По сути, кафедра сориентировалась на подготовку специалистов по художественному литью, той области, в которой имела определенный опыт. Немаловажной на этом этапе была активная позиция заведующего кафедрой профессора, доктора техн. наук А.П. Трухова и ряда преподавателей, имевших опыт в художественном литье. Однако всей полноты и сложности стоящих перед кафедрой задач в то время не представлял никто.

Вторым важным этапом была подготовка учебной документации, согласование вопросов о закреплении преподавателей за дисциплинами, выделении аудиторий, подготовка учебной литературы, предоставление документов в министерство и получение лицензии на открытие новой специальности. Этот «инкубационный» период требовал от преподавателей кафедры довольно много времени, при этом подготовка литейщиков на кафедре велась в обычном режиме.

В 2002 г. была получена лицензия на ведение образовательной деятельности по новой специальности, а в сентябре 2003 г. была принята на бюджетной основе группа студентов первокурсников. Прием на новую специальность был открыт за счет сокращения приема на традиционную. С этого момента на кафедру стали принимать одну группу по специальности «Машины и технология литейного производства» и одну по специальности «Технология художественной обработки материалов».

В соответствии с образовательным стандартом выпускники кафедры после пятилетнего обучения получают квалификацию инженер-технолог. Обучение направлено на развитие гармоничной личности, получившей подготовку по общенаучным, общетехническим, технологическим и художественным дисциплинам. Дипломированные специалисты могут связать свою профессиональную деятельность с производственно-технологической, организационно-управленческой, художественно-производственной, проектной и экспериментально-исследовательской сферами; они могут работать технологами в дизайн-студиях, рекламных агентствах, предприятиях по производству художественного и ювелирного литья, художественных промыслах, реставрационных мастерских, инженерами по контролю качества и оценке изделий в страховых компаниях, коммерческих банках, ломбардах, ювелирных магазинах. Сфера профессиональной деятельности выпускников по технологии художественной обработки материалов шире, чем у традиционных литейщиков. В связи с этим кафедре еще предстоит долгий путь по завоеванию известности в новой для нее области. Са-



Учебно-производственной лаборатория



На занятиях по стеклу

мым действенным средством на этом пути являются ее выпускники. Сейчас профилем выпускников является художественное литье, однако, в дальнейшем, возможно развитие специализаций, как это имеет место в других учебных заведениях.

В России сейчас почти 40 кафедр готовят инженеров по специальности «Технология художественной обработки материалов». Большинство этих кафедр, как и наша, открыли у себя эту специальность вместо или параллельно с традиционной. Причем специализация в подготовке выпускников соответствует профилю кафедры или ВУЗа. Так, например, специалистов по художественной обработке дерева готовят в Архангельском и Ижевском государственных технических университетах, Пермской государственной сельскохозяйственной академии; по художественной обработке камня в Московском и Уральском горных университетах, Иркутском и Якутском государственных университетах; по художественной обработке керамики и стекла в Ростовском государственном строительном и Новочеркасском государственном техническом университетах; по художественной обработке металлов специалистов готовят более чем в десяти ВУЗах страны.

В соответствии с образовательным стандартом в учебном плане предусмотрено пять циклов дисциплин: общие гуманитарные и социально-экономические (ГСЭ – 1800 ч), общие математические и естественно-научные (ЕН – 1110 ч), общепрофессиональные (ОПД – 3030 ч), специальные (СД – 1710 ч) и факультативные (ФТД – 450 ч); всего 8100 ч теоретического обучения. Основная особенность учебного плана для специальности «Технология художественной обработки материалов» заключается в том, что в цикле ОПД присутствуют художественные дисциплины: «Рисунок», «Живопись и цветоведение», «Композиция», «Скульптура и лепка», «История искусств» и «Дизайн». Для преподавания художественных дисциплин на кафедру были приглашены профессиональные художники и скульптор, имеющие базовое художественное образование. Дисциплина «Дизайн» была передана преподавателям одноименной кафедры университета. Занятия по художественным дисциплинам проводятся в самой светлой аудитории кафедры со сплошными окнами по



Занятия по рисунку

двум стенам, приобретено необходимое оборудование и наглядные пособия.

Дисциплины «Рисунок», «Живопись и цветоведение» и «Композиция» преподаются на 1–6 семестрах параллельно. Задачей этих курсов является выработка у студентов навыков разработки дизайн-проектов художественных изделий. Умение, полученное при освоении этих дисциплин, студенты реализуют в художественной части дипломного проекта. Следует заметить, что прием на новую специальность проводится на общих основаниях, без вступительных экзаменов по рисунку. Отбор по художественной одаренности не проводится. Основную массу первокурсников составляют студенты без художественной подготовки, и только 5–10% имеют аттестат об окончании художественных или специализированных школ. В этих условиях художественная подготовка студентов ведется по специальным методикам, в основу которых положена теория Владимира Фаворского и Павла Флоренского о пластическом рисовании. Внедряет эти методики на кафедре доцент А.С. Чернов, который принадлежит к Московской школе живописи и графики, его учителями были Андрей Васнецов и Анатолий Бугаков. Под руководством доц. А.С. Чернова и ст. преподавателя А.А. Поповой в течение семестра каждый студент выполняет не менее 8–10 графических или живописных работ, прием которых с простановкой оценки осуществляется на коллективных просмотрах в конце семестра. Такая практика создает здоровую конкуренцию в студенческой среде и помогает им с большей ответственностью относиться к осваиваемым дисциплинам.

Другой, ставшей уже традиционной, формой демонстрации студенческих достижений стали университетские выставки, проводимые в вестибюле главного корпуса. Открытие выставок проходит с участием проректоров, декана факультета, приглашенных профессиональных художников и гостей, все это позволяет студентам, хотя и в форме игры, познакомиться с условиями, приближенными к профессиональным художественным выставкам. Отобранные на университетских выставках работы представляются на конкурсы и выставки более высокого уровня. В 2007 г. 11 студенческих работ были отмечены на Московских и Российских выставках. Выставочная деятельность кафедры явилась новой и неожиданной для технического ВУЗа.



Экспозиция МАМИ

Сначала коллеги удивлялись и привыкали к тому, что висящие в вестибюле картины выполнены студентами литейной кафедры, а затем стали с нетерпением ожидать новой экспозиции. Картины с выставок стали украшать стены библиотеки, деканата, самой кафедры и других мест. Все это способствовало популяризации новой специальности.

Важное место в числе художественных дисциплин занимает «Скульптура и лепка», занятия по которой ведет скульптор В.Н. Чеверов. Дисциплина преподается на 6 и 7 семестрах в объеме 79 аудиторных часов. Кроме того, студенты выполняют курсовой проект, заданием на который является круглая скульптура, а во время технологической практики лепят рельефную модель из пластилина. Итогом курсового проекта является выполненная из пластилина или гипса круглая скульптура, которую на следующем семестре в рамках дисциплины «Мастерство» студенты переводят в металл. Это же изделие может служить заданием в курсовом проекте по дисциплине «Технология литейного производства». Таким образом, удается увеличить обучение студентов по столь важной для них дисциплине.

На 4-м и 5-м семестрах преподается дисциплина «Основы технологии художественной обработки материалов по видам материалов». В учебный план этой дисциплины включены технологии, тем или иным образом связанные с получением художественных или дизайнерских литых изделий, при этом сама литейная технология в учебный план не включена. Изучаются технологии пластического деформирования, соединения металлических изделий и механической декоративной обработки поверхностей, нанесения защитных покрытий на металлические изделия и эмалирования, обработки камня и керамики, пластмасс, окрашивания. Перечисленные технологии широко применяются в производстве современных художественных изделий. Пятую часть аудиторных часов в этой дисциплине составляет лабораторный практикум, что позволяет студентам практически освоить указанные технологии, так как каждая лабораторная работа завершается получением, пусть простого, но художественного изделия.

За время обучения студенты проходят 5 практик: учебно-ознакомительную (4 недели) после первого курса, технологическую (6 недель) после второго курса, художественную (6 недель) после третьего курса,

производственную (4 недели) и преддипломную (4 недели) на весеннем семестре пятого курса. Первая практика закрепляет знания, полученные в курсах «Введение в специальность», «История искусств» и ряда художественных дисциплин. Студенты знакомятся с достопримечательностями города и различными технологиями художественной обработки материалов, которые широко представлены в музее декоративно-прикладного искусства и других музеях Москвы. Технологическая практика приближает студентов к избранной специальности и согласована с дисциплинами «Основы технологии художественной обработки материалов» и «Технология литейного производства». В течение 6 недель студенты изготавливают художественную рельефную отливку в песчано-глинистых формах. Первая половина практики посвящена изготовлению сначала пластилиновой, а затем гипсовой модели. Изготовление пластилиновой модели является первым опытом в лепке, который студенты обретают под руководством скульптора. Последующие технологические операции выполняются под руководством преподавателя-литейщика в учебно-производственной лаборатории кафедры, которая оснащена плавильными печами, формовочными верстаками и инструментом, парком опок, смесителями, очистной камерой и другим оборудованием, обеспечивающим полный цикл получения отливки. Практика заканчивается получением чугунной художественной отливки и составлением отчета. Художественная практика завершает цикл художественных дисциплин и позволяет студентам, с одной стороны, раскрыть свои творческие возможности, а с другой, является первым этапом их подготовки к работе над художественной частью дипломного проекта. Широкий профиль этой практики, однако, не исключает выполнения студентами обязательных живописных и графических работ, являющихся зачетными. Производственная и преддипломная практики проводятся одна за другой и направлены на подготовку и выполнение дипломной работы. Время производственной практики используется на изготовление изделия, являющегося ча-



Герб МГТУ «МАМИ», автор В.Н.Чеверов

стью дипломной работы. Производственная практика проходит в учебно-производственной лаборатории кафедры, УНТЦ МГТУ «МАМИ» и по месту будущей работы выпускника. Время преддипломной практики отведено на сбор материалов для выполнения дипломного проекта, местом ее проведения, как правило, являются те же места, что и производственной.

Итоговая государственная аттестация инженера-технолога позволяет определить практическую и теоретическую подготовленность инженера-технолога к выполнению им профессиональных функций, установленным государственным образовательным стандартом, и включает государственный экзамен и защиту дипломной работы. Государственный экзамен выпускники сдают после завершения преддипломной практики в середине марта, а дипломную работу защищают в июне. При разработке требований и методики проведения итоговой аттестации кафедра использовала богатый положительный опыт, накопленный при аттестации литейщиков, тем более, что обе специальности относятся к технологическим. Междисциплинарный государственный экзамен включает два этапа, на первом этапе студенты должны выполнить в течение полутора часов рисунок художественной отливки, на втором – в течение трех часов разработать технологический процесс изготовления этой отливки. При этом следует выполнить эскиз формы с указанием разреза и технологических режимов ее изготовления, выбрать плавильный агрегат и назначить режимы плавки, выбрать необходимое формовочное, стержневое, смесеприготовительное, очистное и другое оборудование, рассчитать технологические параметры. Результаты экзамена принимают все преподаватели кафедры, оценивая свои разделы в пределах установленных баллов. Оценка выставляется по сумме баллов, полученных в данной работе. Дипломная работа (проект) представлена в форме рукописи, сопровождаемой художественно-графическим материалом, возможно представление оригинального художественно-промышленного изделия.

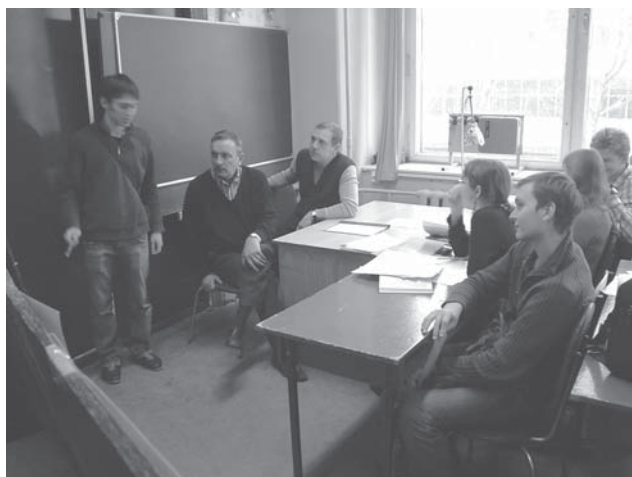
А.С.Миронов (канд. техн. наук, заместитель директора УНТЦ),
А.И. Маляров (заведующий филиалом кафедры, канд. техн. наук, профессор)

Учебно-научно-технический центр МГТУ «МАМИ» в г. Ивантеевке

В 1999 г. Учебно-научно-технический центр в г. Ивантеевке вошел в качестве структурного подразделения в состав МГТУ «МАМИ» Этот центр был организован на базе бывшего Опытного завода НИИТракторсельхозмаша.

Как и большинство производственных предпри-

ятий Российской Федерации в этот период опытный завод находился в состоянии крайнего упадка. Отсутствие государственных заказов и финансирования привели к практически полной остановке производства, массовой утечке кадров и выходу из строя оборудования.

**Защита курсовых проектов**

Во избежание окончательного развала производственной базы предприятия и распада его коллектива руководство завода было вынуждено сдавать в аренду производственные площади различным предприятиям и организациям, часто не профильным.

После вхождения завода в состав Университета благодаря совместным действиям ректората и руководства завода началось возрождение предприятия. Наибольшую активность в этот период проявили сотрудники кафедры «Машины и технология литейного производства». В УНТЦ была создана Научно-учебно-производственная лаборатория (НУПЛЛ) и филиал кафедры МитЛП. Их усилиями было восстановлено и пущено в эксплуатацию имевшееся в литейно-отлачном и механосборочном цехах оборудование, создана лаборатория спектрального и металлографического анализа сплавов, отремонтированы бытовые помещения. Это позволило приступить к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, объем которых постоянно увеличивается.

В тоже время НУПЛЛ стала базой для проведения производственных практик студентов-литейщиков, обучающихся по очной и очно-заочной форме.

Ежегодно 5–10 курсовых проектов и дипломных проектов выполняются на производственной базе

**Формовочный участок****Студенты на кокильном участке**

НУПЛЛ. Примерно половина проектов внедрены в производство. К таким разработкам относятся: конструкция градирни для плавильного участка цеха, модернизация пескодувной стержневой машины 2Б83, новые конструкции токоподводов плавильных установок ИСТ-016 и ИСТ-04, разработка (совместно с кафедрой «Экология и БЖД») конструкции и технологии изготовления колокола с заданными акустическими характеристиками и др.

Результаты работ, выполненных в НУПЛЛ, экспонировались на 6-ти международных выставках в КРО-КУС-СИТИ, Гостином дворе и Выставочном центре на Красной Пресне.

НУПЛЛ стала экспериментальной базой двух кандидатских диссертаций, защищенных аспирантами кафедры МитЛП. Технология литья в кокиль вентилируемых тормозных барабанов автомобилей и изготовления песчаных стержней для них центробежным способом запатентованы и внедрены в производство.

В 2004 г. руководство Университета и УНТЦ обеспечили создание на территории центра учебных аудиторий, в числе которых лекционная аудитория на 140 студентов, 6 аудиторий для групповых занятий, 2 аудитории для занятий подгрупп, спортивный зал и преподавательская комната. Это позволило полностью перенести в УНТЦ изучение двух дисциплин – «Металлургические процессы в литейном производстве» и «Специальные методы литья», а также лекционных и практических занятий, проводимых кафедрами «Кузовостроение и обработка давлением», «История», «Экономика и организация производства».

В осеннем семестре 2007/2008 учебного года 17 учебных групп один раз в неделю занимаются в УНТЦ.

В настоящее время в научной, учебной и производственной деятельности Центра участвуют следующие цехи и участки: механосборочный, литейный, заготовительный, инструментальный, электромонтажный, гальванический, термообработки, сварочный, модельный и столярный.

Общий объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных в прошлом году, составил 3 млн. рублей.

А.П. Трухов (д-р техн. наук, профессор), К.К.Шабенов (канд. техн. наук)

Определение объема прибылей для чугунных отливок, изготавливаемых в сырых песчано-глинистых формах

Из элементарных физических представлений следует, что объем прибыли (V_n) при изготовлении отливок должен прямолинейно зависеть от массы (M_o) отливки или питаемого узла (прямая 1 на рисунке) [1]. Эксперименты показывают, что зависимость эта криволинейная: с увеличением массы отливок, имеющих одинаковый приведенный размер в месте подвода металла, рост объема прибыли замедляется (кривая 2 на рисунке) [2].

Предположим, что за криволинейную зависимость ответственными являются два фактора. Во-первых, в экспериментах при увеличении массы отливок одновременно увеличивалась площадь сечения питателей, а следовательно, условия питания отливок из литниковой системы. Во-вторых, протяженность отливки, возможно, превышала радиус (дистанцию) питания.

Для определения влияния питания из стояка, имеющего приведенный размер 8 мм, на объем усадочных дефектов отливок типа прибылей из сплава АК9М2 площадь сечения питателей изменяли от 4,4 до 0,7 см², а приведенный размер питателей от 5,3 до 2 мм. При этом одновременно изготавливали и заливали две формы, в одной из которых после заполнения питатели отсекали с помощью стального клина, предварительно установленного в форме над питателем, что исключало питание затвердевающей отливки из стояка. В другой форме отливка продолжала питаться из стояка.

Количественные значения влияния питания из стояка определяли по разности объемов усадочных дефектов $\Delta V_{уд}$ в отливках с отсечкой и без отсечки одинаковых питателей.

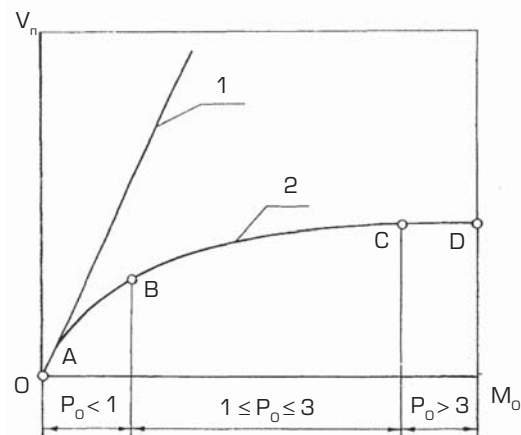
Установлено, что объем усадочных дефектов в отливках без отсечки меньше, чем с отсечкой, за счет питания из стояка. При этом разница объемов зависит от приведенного размера питателя. Так, для приведенного размера питателя 5,3 мм различие составляет от 38 до 47% от объема дефектов с отсечкой, а для размера 2 мм – лишь 6–8%. При приведенном размере питателя 2 мм питание из стояка слабое, то есть питатель практически сразу же после заливки «перемерзает» (затвердевает).

Таким образом, питание из стояка (литниковой системы) – одна из основных причин криволинейной зависимости между объемом прибылей и массой отливки.

Разность объемов (в см³) усадочных дефектов ($\Delta V_{уд}$) в отливках с отсечкой и без отсечки питателей можно подсчитать по уравнению, найденному регрессионным анализом:

$$\Delta V_{уд} = 33,3 R_o^{2,26} R_n^{1,98} (\Delta t_{неп} / t_n)^{0,35}.$$

Здесь 1,1 см < R_o ≤ 1,3 см – приведенный размер отливки; 2 см ≤ R_n ≤ 0,53 см – приведенный размер пи-



Зависимость объема прибыли от массы отливки

тателей; $60^\circ\text{C} \leq \Delta t_{неп} \leq 110^\circ\text{C}$ – перегрев расплава; $t_n = 660^\circ\text{C}$ – температура ликвидус сплава, °C.

Установленные закономерности затем проверили на реальных отливках из высокопрочного чугуна ВЧ50 эвтектического состава, модифицируемого в форме комплексным модификатором ФСМг5. Статистическая обработка и регрессионный анализ результатов экспериментов дали возможность получить следующее уравнение для определения объема (в см³) усадочной раковины в отливках из эвтектического высокопрочного чугуна: $V_{уп} = 21,5 M_o^{0,314} R_o^{2,29}$. Оно справедливо для массы (M_o) отливок 3,8–60,2 кг и приведенного размера $R_o = 0,5–1,0$ см.

У отливок из эвтектического высокопрочного чугуна дистанция питания велика, поэтому криволинейный характер зависимости объема усадочных дефектов от массы отливки при одном приведенном размере связан только с питанием из литниковой системы (стояка).

Таким образом, наиболее существенная причина состоит в том, что отливки после заполнения формы продолжают подпитываться из стояка (литниковой системы). При этом, чем больше площадь сечения (приведенный размер) питателей, тем дольше продолжается подпитка. Поэтому объемы усадочных дефектов и прибылей уменьшаются, прямая 1 превращается в кривую 2 (см. рисунок).

Отмеченное выше относится к отливкам из близких к эвтектическим сплавам. Но на практике отливки часто делают из сплавов, затвердевающих в интервале температур. Очевидно, что в данном случае в отливке образуется двухфазная зона и возникает усадочная пористость. Поэтому на кривой 2 можно выделить зоны с разной пористостью P_o . Например, на рисунке выделены три такие зоны – АВ, ВС и СД. Зоне АВ принад-

лежат отливки небольшой протяженности, питание которых происходит из стояка (литниковой системы), они имеют минимальную, не превышающую 1 балла, пористость ($P_o < 1$); зоне ВС – отливки протяженностью, превышающей дистанцию питания, с пористостью $1 < P_o < 3$ балла; зоне СД – протяженные отливки с допустимой пористостью, превышающей 3 балла ($P_o > 3$).

Применительно к отливкам из чугуна СЧ25 эксперименты показали следующее.

К зоне АВ кривой 2 при $R_o = 5$ мм можно отнести отливки плит массой до 6,9 кг, к зоне ВС – отливки массой от 6,9 до 215 кг. Если масса больше 215 кг, то отливки принадлежат зоне СД. Если $R_o = 8$ мм, то в первую из зон попадают отливки плиты массой до 0,7 кг, во вторую – массой от 0,7 до 19,3 кг, а более массивные – в третью.

На основании проведенного исследования и объяснения причин криволинейной зависимости $V_n = f(M_o)$, а также результатов экспериментов из работы [2], было установлено, что указанная зависимость для чугунных отливок, изготавливаемых в сырые песчано-глинистые формы может быть представлена в следующем общем виде:

$$V_n = A \cdot \varepsilon_{v(j-z)} \cdot R_o^2 \cdot M_o^B, \text{ см}^3 \quad (1)$$

где A – коэффициент пропорциональности; $\varepsilon_{v(j-z)}$ – объемная усадка чугуна в жидком состоянии и усадка затвердевания; R_o – приведенный размер отливки в месте подвода металла; M_o – масса отливки или масса питаемого узла.

Неизвестные коэффициенты определяли из экспериментальных данных работы [2] и уточняли по результатам экспериментов с разрезкой отливок и прибылей. Окончательно установлено, что уравнение (1), которое можно использовать на практике, может быть представлено в виде:

$$V_n = 53 \cdot \varepsilon_{v(j-z)} \cdot R_o^2 \cdot M_o^{0,31}, \text{ см}^3 \quad (2)$$

При этом объемная усадка в жидком состоянии учитывается полностью (в запас), несмотря на то, что она частично компенсируется из стояка. С учетом данных работы [3] можно использовать следующие уравнения для определения объемной усадки $\varepsilon_{v(j-z)}$ для отливок из белого (БЧ), серого (СЧ) и высокопрочного (ВЧ) чугунов:

$$\varepsilon_{v(j-z)} \text{ БЧ} = \eta_y [6,9 - 0,9 C_{\text{экв.ср.}} + (0,009 + 0,003 C_{\text{экв.ср.}}) (t_{\text{зал max}} - t_n)], \quad (3)$$

$$\varepsilon_{v(j-z)} \text{ СЧ} = \eta_y [10,1 - 2,9 C_{\text{экв.ср.}} + (0,009 + 0,003 C_{\text{экв.ср.}}) (t_{\text{зал max}} - t_n)], \quad (4)$$

$$\varepsilon_{v(j-z)} \text{ ВЧ} = \eta_y [9,3 - 2,9 C_{\text{экв.ср.}} + (0,009 + 0,003 C_{\text{экв.ср.}}) (t_{\text{зал max}} - t_n)], \quad (5)$$

где $C_{\text{экв.ср.}}$ – средний углеродистый эквивалент: $C_{\text{экв.ср.}} = C_{\text{ср}} + 1/3 \text{ Si}_{\text{ср}} (\%)$; $t_{\text{зал max}}$ – максимальная температура заливки, t_n – температура ликвидус чугунов: $t_n = 1670 - 124 C_{\text{экв.ср.}} (^\circ\text{C})$ [3].

Уравнения (3), (4) справедливы для поточно-механизированного производства при $\eta_y = 1$. Для автоматизированного производства из-за большей жесткости литейной формы $\eta_y = 0,8$. В уравнении (5) $\eta_y = 1$ при модифицировании чугуна магниевой лигатурой ФСМg5 – ФСМg8 в ковше, при модифицировании в литейной форме $\eta_y = 0,8$.

Список литературы

1. **Пржибыл И.** Затвердевание и питание отливок прибылями. – М.: Машгиз. – 1957, 215 с.
2. **Рабинович Б.В.** Экспериментальное исследование отливок из белого чугуна и определение размеров боковых прибылей. – В кн.: Затвердевание металлов. – М.: Машгиз, 1958. – с.428–445.
3. **Гиршович Н.Г.** Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. – М.; Л.: Машиностроение, 1966. – 562 с.

Б.П.Благонравов (канд. техн. наук, профессор), В.Н.Леснов (канд. техн. наук, доцент),
В.П.Мешков (канд. техн. наук, доцент)

К вопросу о механизме выбивки сырых песчано-глинистых литейных форм

Развитие промышленного производства в России потребует внедрения на отечественных заводах новых технологических процессов, позволяющих получать качественные отливки при использовании экологически чистых, менее энергоемких и более производительных методов обработки.

К таким методам можно отнести методы выбивки сырых песчано-глинистых литейных форм с использованием скоростного вакуумирования. Исследования в этой области проводили на кафедре «Машины и технология литейного производства» МГТУ «МАМИ» под руководством профессора В.С.Мысовского.

Специалистам известна работа канд. техн. наук А.А. Герцовского по опробованию метода объемного

разрушения литейных форм в камере при резком ее вакуумировании, а также механизм протекания разрушения в смеси, предложенный в этой работе. Однако при этом методе выбиваются только залитые и не остывшие до температуры окружающей среды литейные формы, что требует дублирования установки вакуумной выбивки обычной прошивной установкой, которая применяется при необходимости для выбивки незалитых или остывших форм. Несмотря на указанный недостаток, выбивка этого типа обеспечивает в процессе разрушения формы получение смеси в мелкодисперсном виде, что позволяет отказаться от применения дробилки после выбивной установки.

Второе исследование процесса вакуумной выбив-

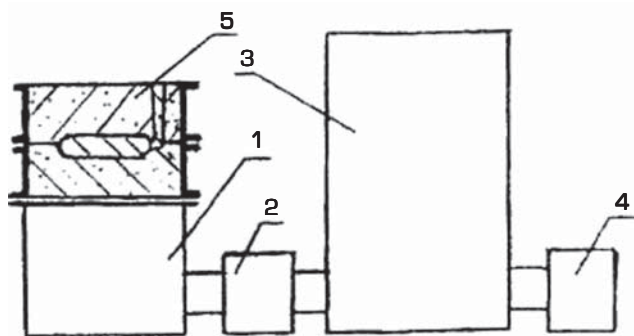


Рис. 1. Схема установки вакуумного прошивания: 1 – приемный стол; 2 – клапан; 3 – ресивер; 4 – вакуумный насос; 5 – форма

ки литейных форм было проведено канд. техн. наук В.П. Штоколенко и было посвящено процессу выбивки методом вакуумного прошивания.

Способ вакуумного прошивания сырых литейных форм был предложен в 1985 г. в Московском автомобильном институте и защищен А.с. СССР №1154037. При этом способе выбивки осуществляется вакуумирование литейной формы со стороны контрлада нижней полуформы, что приводит к проваливанию смеси и отливки в приемный короб. Схема установки представлена на рис. 1. При выбивке форма 5 устанавливается на приемный стол 1, в полости которого при открытии клапана 2 резко снижается давление, так как происходит ее соединение с полостью ресивера 3, в котором вакуумным насосом 4 создано необходимое разрежение. Подобная схема позволяет локализовать пыле- и газовыделения в объеме приемного стола и ресивера. Выбивка форм происходит без вибрации и практически бесшумно.

На ранней стадии исследований процесса вакуумного прошивания считали, что устойчиво разрушаются только формы в опоках размерами 400x500x150/150 мм и проводили аналогию между механическим и вакуумным прошиванием. Оба процесса рассматривали как выдавливание смеси из опок колодкой: жесткой при механическом прошивании и гибкой (воздушной) при вакуумном прошивании. Вакуумирование полости приемного стола приводит к созданию перепада давления по высоте выбиваемой формы. На уровне верхней поверхности формы давление постоянно и равно атмосферному, а на уровне нижней – давлению в полости приемного стола. Эта разница в давлении и учитывалась при рассмотрении действующих на смесь сил. Тот факт, что формовочная смесь является пористым материалом, и то, что при вакуумировании формы через поры смеси фильтруется воздух в направлении полости приемного стола и оказывает влияние на распределение давления по высоте формы, не принимали во внимание. Фильтрацию рассматривали только как источник некоторого повышения давления в полости приемного стола.

Анализ литературных данных показал, что существуют самые общие представления о разрушении литейных форм при вакуумном прошивании, не подтвержденные экспериментально. Они не объясняют механизм процесса вакуумного прошивания и не дают полного представления о данном способе и его возмож-

ностях, не позволяют определить оптимальные параметры процесса. Все это ограничивает возможности применения процесса в литейном производстве. Поэтому в лаборатории кафедры МиТЛП разрабатывали рекомендации по рациональному применению способа вакуумного прошивания литейных форм и выбору технологических и связанных с ними конструктивных параметров установок вакуумного прошивания для выбивки сырых песчано-глинистых форм, а также изучали механизм выхода формовочной смеси из опок при одностороннем вакуумировании литейной формы.

Перед экспериментальным исследованием были поставлены следующие задачи:

- определение сил, необходимых для выдавливания смеси из опок при механическом и вакуумном прошивании;
- изучение распределения давления по высоте формы при вакуумном прошивании, влияния на изменение давления технологических и конструктивных параметров процесса;
- определение моментов начала движения верхней и нижней поверхности выбиваемой формы и продолжительности выхода смеси из опок;
- получение качественной картины процесса вакуумного прошивания и некоторых количественных данных с помощью скоростной киносъемки;
- определение конечного давления в полости приемного стола, обеспечивающего процесс прошивания конкретной формы.

Предварительные эксперименты показали, что диапазон размеров форм, выбиваемых вакуумным прошиванием, больше установленного ранее.

При определении силы, необходимой для выдавливания формовочной смеси из опок при механическом прошивании, использовали гидравлический пресс П-10 и круглую опоку $\varnothing 209$ мм и высотой 300 мм.

Силу выдавливания определяли на незалитых формах с учетом того, что прочность незалитой формы выше, чем залитой. Форму изготавливали из единой песчано-глинистой смеси при различной влажности. На рис.2 представлены результаты эксперимента. Как показали исследования, сила, необходимая для выдавливания кома смеси из опоки, возрастает с увеличением плотности данной смеси и уменьшением ее влажности. Возможно, это связано, с одной стороны, с увеличением остаточного бокового давления при большей плотности смеси, а с другой, с тем, что вода выполняет роль смазки между смесью и стенками опоки, и при росте влажности сила трения убывает. Полученные значения удельной силы выдавливания в интервале от 0,04 до 0,22 МПа существенно ниже того давления, которое действует на смесь при ее уплотнении. При вакуумном прошивании максимальный перепад давления по высоте формы составляет 0,09 МПа и хотя попадает в интервал значений удельной силы выдавливания, имевшей место при механическом прошивании, он в 2,4 раза меньше верхнего значения этого интервала. Несмотря на это, на вакуумной установке прошиваются формы, требующие приложения большей удельной нагрузки при выдавливании кома смеси, чем 0,09 МПа. Это указывает на различие меха-

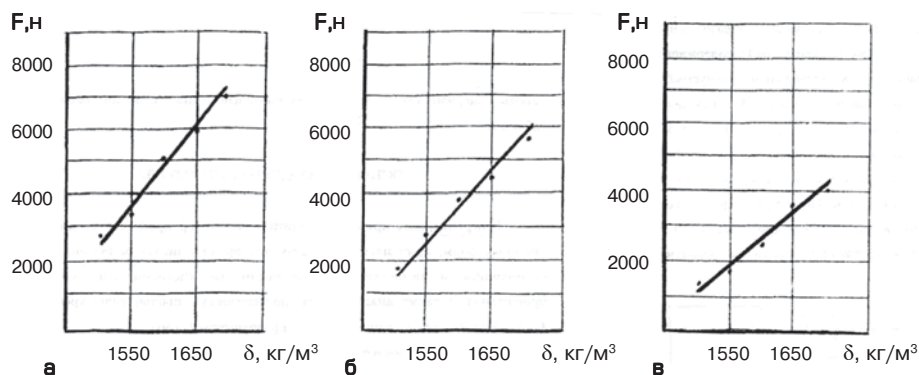


Рис. 2. Зависимость силы выдавливания от плотности смеси в форме: а-в – при влажности от 3%, 4% и 5%, соответственно

низмов разрушения формы при механическом и вакуумном прошивании.

Основным фактором, воздействующим на форму при вакуумном прошивании, является перепад давления по ее высоте. Поэтому исследовали распределение давления по высоте выбиваемой формы в процессе вакуумного прошивания, влияние на изменение давления габаритных размеров формы, степени ее уплотнения, конечного давления в полости приемного стола и скорости его достижения. Уплотняли форму в цилиндрической опоке и устанавливали ее на приемный стол лабораторной установки с размерами приемной полости 600x500x450 мм. При необходимости уменьшали объем полости приемного стола. Изменение давления в форме определяли с помощью тензометрических датчиков давления мембранного типа, установленных на нескольких уровнях по ее высоте. В эксперименте была задействована тензометрическая станция на базе осциллографа Н – П/1. Для определения влияния воздушного потока, фильтрующегося через поры формовочной смеси, проводили также эксперимент по определению изменения давления в форме при герметично закрытом эластичной пленкой ее верхнем контрладе. При закрытом верхе форма не выбивается, при открытом – выбивка происходит и форма разрушается. Кроме того, при закрытом верхе давление в верхней части формы снижается существенно больше, чем при открытом, когда воздух из атмосферы имеет доступ в поры формы. При нарушении целостности пленки, закрывающей верх, форма выбивается. Это позволило сделать вывод, что наличие фильтрации воздуха через поры формовочной смеси при вакуумном прошивании влияет на механизм данного процесса.

В случае вакуумного прошивания формы с открытым верхом градиент давления уменьшается в направлении верхнего контрлада формы, так как фильтрация воздуха через поры формовочной смеси имеет неустойчивый характер. Приток воздуха извне в поры смеси и сопротивление фильтрации с ее стороны оказывают влияние на изменение давления. Кроме того, на кривых давления наблюдали резкое его снижение на некоторых уровнях по высоте формы. Объяснить это можно нарушением сплошности кома смеси и возникновением микротрещин, при этом происходит ускоре-

ние выхода воздуха из внутренних слоев смеси, либо выходит отделившаяся часть кома смеси из опоки, и давление в освобожденном снизу объеме опоки становится почти равным давлению в полости приемного стола. Уровень конечного давления в полости приемного стола обеспечивает в каждом случае определенный перепад его по высоте формы. Выбивка формы одинаковой плотности при более низком давлении в приемном столе

занимает меньше времени. Снижение перепада давления по высоте выбиваемой формы приводит к тому, что выход кома смеси из опоки проходит практически при постоянном давлении в полости приемного стола и, возможно, нарушение его сплошности, которое можно предположить как причину, вызвавшую более резкое изменение давления, на определенной высоте формы, способствует ускорению всего процесса выбивки и полному выходу смеси из опоки.

Повышение скорости вакуумирования полости приемного стола приводит к снижению продолжительности выбивки, причем процесс идет более интенсивно. Процесс прошивания идет дольше при большей плотности смеси в форме, так как в этом случае выше остаточные напряжения в смеси и сила выдавливания должна быть больше. Газопроницаемость более плотной смеси ниже и падение давления в слоях формы продолжается дольше, такая форма позже проходит стадию разрушения.

Определение моментов сдвига, то есть начала движения верхней и нижней поверхностей кома смеси с помощью соответствующих датчиков, подтвердило, что первоначально приходит в движение нижняя поверхность кома смеси, и позволило установить время, затрачиваемое на выбивку одной формы в зависимости от таких параметров, как плотность смеси в форме, давление в полости приемного стола. Чем больше плотность смеси в форме и чем выше конечное давление в полости приемного стола, тем длительнее процесс прошивания (рис.2).

Скоростная киносъемка позволила расширить представления о механизме процесса и наглядно показать, как происходит вакуумное прошивание формы, увидеть, что смесь выходит из опоки последовательно, начиная с нижнего слоя. Интервал между началом движения нижней поверхности кома смеси и его верхней поверхности зависит от параметров вакуумирования, основных характеристик формы и смеси. Наблюдается нарушение сплошности кома на отдельных уровнях по высоте формы. При вакуумном прошивании форма разрушается, в конечном итоге, на мелкие части, и только смесь верхних слоев выходит из опоки в виде более крупных кусков. Графический анализ кадров съемки позволил определить скорости движения слоев смеси в процессе выхода из опоки.

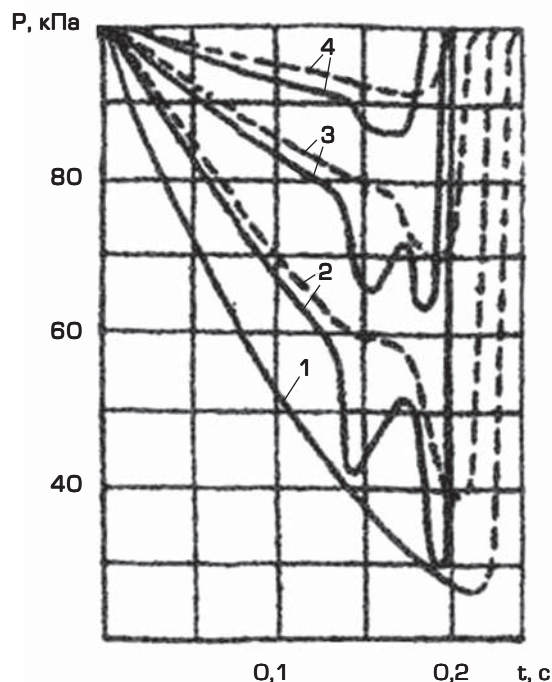


Рис. 3. Изменения давления в формах на уровнях датчиков 1–4 и полости приемного стола: пунктир – расчетные кривые, сплошные – экспериментальные

Проведение экспериментальных исследований позволило получить определенные представления о физической сущности исследуемого процесса.

Создание перепада давления по высоте выбиваемой формы является причиной возникновения фильтрации воздуха через поры формовочной смеси в направлении приемного стола. Чем выше плотность газа, чем меньше пористость формовочной смеси и чем ниже перепад давления по высоте формы, тем меньше будет скорость его фильтрации. Из-за сопротивления, оказываемого пористой средой процессу развития фильтрации, градиент давления в направлении верхнего контрлада формы уменьшается. Действие перепада давления на смесь вызывает обратную реакцию противодействия силы трения смеси о стенки опоки и способствует появлению растягивающих напряжений в смеси. Когда величина этих напряжений достигнет прочности смеси при разрыве, то произойдет нарушение сплошности кома смеси на какой-то высоте. Оторвавшаяся часть кома смеси приобретет определенное ускорение и выйдет из опоки. Выход части кома смеси приведет к увеличению перепада давления по высоте оставшейся в опоке форме и будет способствовать более активному протеканию процесса вакуумного прошивания. Уровень конечного давления в полости приемного стола и скорость его получения должны обеспечивать такой перепад давления по высоте формы, величина и продолжительность действия которого достаточны для полного прошивания формы (рис. 3).

На основании проведенных экспериментов В.П. Штоколенко предложила математическую модель процесса выбивки вакуумным прошиванием.

При разработке модели процесса принято, что все напряжения и силы изменяются в данном случае только вдоль одной, вертикальной, оси; во всех точках любого горизонтального слоя в данный момент времени действуют одинаковые напряжения и давление воздуха; силы, действующие в слое, равномерно распределены по всему слою. Отсюда следует, что все горизонтальные слои будут перемещаться параллельно самим себе. В отношении распределения давления воздуха, скорости фильтрации, перепада давления это допущение вполне корректно, так как плотность смеси одинакова по сечению, воздух равномерно поступает в форму и отводится от нее по всей площади двух параллельных плоскостей. То же касается сил тяжести и сил инерции. В рассматриваемой модели принято допущение, что силы трения слоя смеси о стенку опоки действуют на весь горизонтальный слой, что справедливо только для сплошного (жесткого) материала. В действительности наибольшее влияние трения испытывают пристенные участки смеси.

Предложенная математическая модель является, безусловно, первым приближением к истинному протеканию процесса разрушения и для понимания механизма процесса следует, на наш взгляд, предложить рассмотреть разрушение нижних слоев формы, видимое на киносъемке, где хорошо видно, что разрушение начинается примерно в середине контрлада формы: наблюдается отделение пластинки смеси, и появляется зазор между ней и основной массой смеси. Зазор увеличивается и в нем, видимо, должно снижаться давление воздуха до значения его в полости приемного стола. Это ставит 2-й слой смеси в такое же положение, как и 1-й, и наблюдается отделение пластинки от 2-го слоя. Далее происходит то же самое в 3-м, 4-м, 5-м слоях. В срединной части формы образуется картинка, напоминающая лестницу, расходящаяся к ладу полуформы. Таким образом, есть основания предположить, что силы, отрывающие одну чешуйку смеси от другой, возникают локально и последовательно во времени, а весь ком в опоке не двигается. Как было отмечено выше, нижняя часть формы разрушается на мелкодисперсные элементы, а верхняя часть (лад полуформы), проваливаясь под действием давления воздуха атмосферы, падает в приемную полость стола крупными кусками. Предложенные положения позволяют представить механизм разрушения формы следующим образом: при резком падении давления под контрладом полуформы происходит вскип влаги находящейся в формовочной смеси и, как следствие, скачок давления паров воды в порах ограниченного слоя смеси, что и приводит к отрыву чешуйки смеси, заметному на киносъемке. Однако можно предположить, что чешуйка смеси, на самом деле, не является сплошной целой частицей, а представляет собой летящие плотной несвязной массой мелкие частицы смеси. Отрыв группы частиц от вышележащих слоев можно объяснить тем, что на отделение частиц в более высоких слоях нет еще условий для образования достаточного количества пара, так как там нет еще необходимого разрежения. После отрыва конгломерата частиц

появляется зазор, в котором резко падает давление, создавая условия для парового взрыва. Таким образом, в форме происходит перемещение вверх, навстречу потоку фильтрующегося воздуха, фронта разрежения, и на их границе происходит «паровой взрыв», причем в эту зону доставляется воздухом теплота, позволяющая осуществить парообразование. В том же случае, когда выбиваемая форма накрыта пленкой, выбивка не происходит из-за отсутствия необходимой для парообразования теплоты. «Паровой взрыв» позволяет также объяснить ускорение процесса выбивки при повышении содержания влаги в формовочной смеси. Это следствие повышения парообразования в смеси, а не изменение сил трения на границе «смесь-опока», как предположено выше (см. рис.2). Давле-

нием водяного пара можно объяснить скачок давления на экспериментальных кривых в зоне, близкой к контрладу (см. рис.3).

Список литературы

1. Мысовский В.С., Бродский А.М., Штокаленко В.П. Выбивка литейных форм вакуумным прошиванием/ Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. – Одесса, 1988.
2. Орлов Г.М., Штокаленко В.П. Выбивка литейных форм вакуумным прошиванием// Автомобильная промышленность. – 1992. – № 9. – С. 29 – 30.
3. Штокаленко В.П. Киносъемка процесса вакуумного прошивания/ Вузовская наука в современном мире. – Рубцовск, 1999. – С. 123 – 134.

Ю.А. Сорокин (канд. техн. наук, профессор), С.Ю.Корнеев

Исследование возможности получения качественной оболочки из песчано-бentonитовой смеси на плоских поверхностях ячеистого кокиля

Установлено, что при изготовлении отливок в песчано-глинистых формах основную роль в формировании качества поверхности и механических свойств играет поверхностный слой формы толщиной до 20 мм. При этом основная масса смеси в опоке является опорой, предотвращающей разрушение этого слоя во время заливки и кристаллизации отливки, поэтому изучали возможность создания комбинированной литейной формы. Впервые идея нанесения облицовки из формовочной смеси на поверхность кокиля была отмечена в А.с. в 1945 г. (автор Б.В.Рабинович). Так появилось название «облицованный кокиль». В 1950-х гг.

на кафедре «Машины и технология литейного производства» МАМИ были проведены работы по изготовлению гильзы цилиндров в облицованный кокиль с облицовкой из песчано-глинистой смеси [1]. Арочная конструкция гильзы цилиндров относительно легко позволяла удерживать облицовку на поверхности кокиля, частично за счет вдувных отверстий при пескоструйном способе уплотнения облицовки. Однако данная

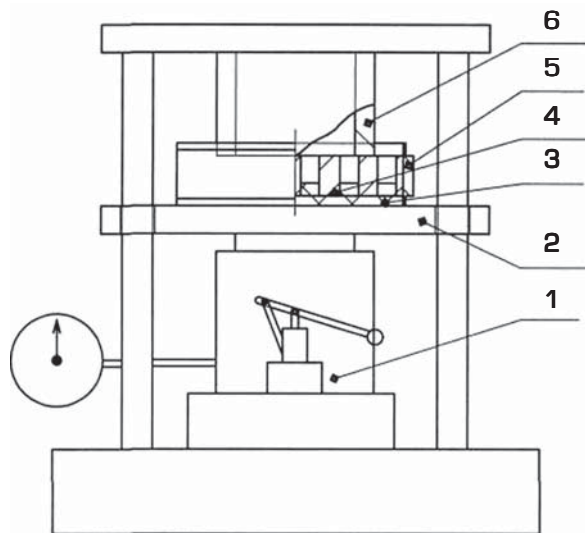


Рис 1. Лабораторный пресс: 1 – цилиндр пресса; 2 – стол пресса; 3 – слой смеси; 4 – ячеистый кокиль; 5 – опока; 6 – приспособление

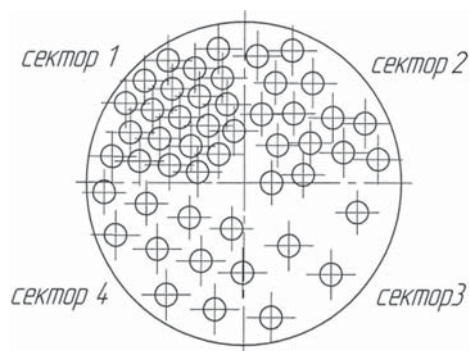


Рис. 2. Ячеистая оснастка №1

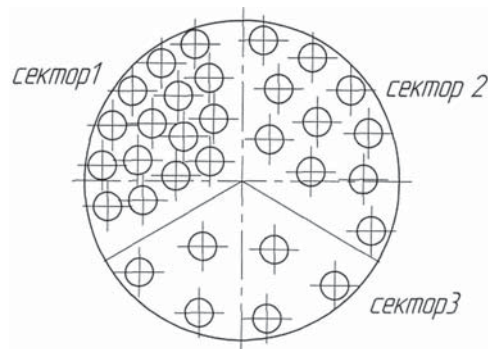


Рис. 3. Ячеистая оснастка №2

технология не была доведена до практической реализации из-за появления в 1970-х гг. синтетических смол, отверждаемых при нагреве. В результате технология изготовления чугунных отливок в облицованный кокиль была реализована с использованием смесей на синтетических смолах. Работы по отладке технологии изготовления отливок в облицованном кокиле на обычных песчано-глинистых смесях были, на наш взгляд, прекращены преждевременно [2].

В работе поставили задачу оценить влияние конструктивно-технологических параметров на качество облицовки из песчано-бентонитовых смесей на плоских поверхностях кокиля.

При этом ввели понятие ячеистый кокиль – металлическая форма с отверстиями в виде ячеек, благодаря которым происходило удерживание облицовки на поверхности кокиля. В экспериментах использовали лабораторный пресс с манометром (рис. 1). Оснасткой

служили ячеистые диски из алюминия $\varnothing 170$ мм и высотой 30 мм, но с разными диаметрами отверстий и разным их расположением. На ячеистом диске №1 отверстия $\varnothing 12$ мм располагались на разном расстоянии друг от друга в 4-х секторах (рис. 2), на ячеистом диске №2 отверстия $\varnothing 15$ мм располагались на разном расстоянии друг от друга в 3-х секторах (рис. 3).

На стол пресса устанавливали опоку со смесью, засыпанной через сито до определенного уровня, сверху на смесь опускали ячеистый диск и производили уплотнение. Величину давления фиксировали по манометру, качество облицовки оценивали твердометром мод. О4412А(О71) и визуально.

В экспериментах оценивали влияние на качество облицовки и ее толщины состава смеси (табл.1), давления прессования, диаметров отверстий и их расположения на поверхности ячеистого кокиля.

Для каждого типа смеси определяли текучесть,

Таблица 1. Составы смесей

	Смесь 1	Смесь 2	Смесь 3
Кварцевый песок	100%	100%	100%
Бентонит	7%	7%	7%
МФЛ	–	1% от связующего	2% от связующего

Таблица 2. Свойства смесей

№ смеси	Текучесть*, %	Уплотняемость*, %, при W=3,5%	Твердость*, ед.
1	71	70	85
2	75	71	85
3	60	77	82

* Средние значения из пяти замеров (то же для других таблиц).

Таблица 3. Твердость (ед.) на поверхности облицовки ячеистого кокиля №1

№ смеси	Твердость (ед.) на поверхности облицовки при усилии прессования							
	10 кгс/см ²				15 кгс/см ²			
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4
1	70	73	80	78	73	75	85	80
2	75	78	82	79	80	82	87	84
3	≤ 50	77	82	≤ 50	≤ 50	75	83	77

Таблица 4. Твердость (ед.) на поверхности облицовки ячеистого кокиля №2

№ смеси	Твердость (ед.) на поверхности облицовки при усилии прессования 15 кгс/см ²		
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3
2	≤ 60	76	80,5

Таблица 5. Глубина проникновения смеси (мм) в ячейки кокиля №1

№ смеси	Глубина проникновения смеси (мм) в ячейки при усилии прессования							
	10 кгс/см ²				15 кгс/см ²			
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4
1	6	5	5	6	8	6	7	7
2	8	11	11	12	9	11	14	12
3	10	11	13	13	10	12	13	13

Таблица 6. Глубина проникновения смеси (мм) в ячейки кокиля №2

№ смеси	Глубина проникновения смеси (мм) в ячейки при усилии прессования 15 кгс/см ²		
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3
2	10	11	12

Таблица 7. Твердость (ед.) на поверхности облицовки ячеистого кокиля №1

№ смеси	Твердость (ед.) на поверхности облицовки при усилии прессования							
	10 кгс/см ²				15 кгс/см ²			
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4
2	≤ 60	≤ 60	78	76	79	81	83	79

Таблица 8. Твердость (ед.) на поверхности облицовки ячеистого кокиля №2

№ смеси	Твердость (ед.) на поверхности облицовки при усилии прессования 15 кгс/см ²		
	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3
2	68,5	74	80

твердость и уплотняемость (табл.2). Максимальное значение прочности получено при влажности 3,5%.

Экспериментами было установлено, что лучшее качество облицовки достигали при использовании ячеек Ø15 мм при расположении осей отверстий на расстоянии равном 2–2,5 их диаметров (табл. 3 и 4).

Удержание облицовки на поверхности кокиля связывали с глубиной проникновения смеси в ячейки (табл. 5 и 6).

В ходе экспериментов было отмечено значительное влияние на глубину проникновения смеси в ячейки предварительного наличия смеси в ячейках перед уплотнением. Для этого перед получением облицовки предварительно засыпали и уплотняли смесь в ячейках, выполняя небольшие углубления (5–8 мм) со стороны лада. Затем измеряли твердость поверхности облицовки ячеистых кокилей (табл. 7 и 8).

Из табл. 7 и 8 видно, что твердость в различных секторах практически одинакова, то есть нет резких перепадов. Если использовали ячейки с предварительно уплотненной смесью, то облицовка прочно удержи-

валась на поверхности кокиля и не отделялась при любых манипуляциях кокиля. Возможно, в этом случае смесь в ячейках более плотно прилегала к стенкам отверстий и, следовательно, возрастало значение бокового давления и сила трения, также возрастала прочность смеси в ячейках, что удерживало облицовку.

Таким образом, подтверждена возможность получения качественной облицовки из песчано-бentonитовых смесей на поверхности ячеистого кокиля. На качество облицовки значительно влияют тип смеси, размер и распределение отверстий, величина давления прессования, наличие смеси в отверстиях.

Список литературы

1. **Технологический отчет по теме № 710/150** «Разработка и внедрение технологии отливки фасонных стальных и чугунных деталей в кокиль с разовой тонкостенной облицовкой». – МАМИ, 1952.
2. **Сорокин Ю.А.** Исследование облицованных кокилей с использованием сырых песчано-бentonитовых смесей // Тез. науч.-техн. конф. к 50-летию МАМИ, 1989.

Г.Н. Миненко (канд. техн. наук, доцент)

Влияние состояния металлического расплава на процесс модифицирования

Решение технической проблемы, связанной с созданием оптимальных условий для проведения процесса модифицирования, имеет большое значение для производства модифицированных сплавов. Процесс модифицирования связан с растворением частиц модификатора в металлическом расплаве, и условия растворения определяют степень усвоения модификатора сплавом, что во многом зависит от гидродинамической обстановки в жидком сплаве, которая влияет на процессы массопереноса модификатора в объем металлического расплава.

Для определения влияния гидродинамической обстановки в жидком чугуна на результаты процесса модифицирования была использована специальная экспериментальная установка (рис. 1), состоящая из заливочного ковша, промежуточной воронки, камеры для модифицирования чугуна, клиновидной пробы, пробы для получения образцов из чугуна для проведения механических испытаний.

Камера для модифицирования чугуна [1] имела карман для модификатора, над которым устанавливали вольфрамовые электроды $\varnothing 5$ мм для подвода электрического тока к расплаву чугуна. Режим обработки расплава серого чугуна током был выбран, исходя из анализа результатов экспериментов, проведенных в работе [2]. Продолжительность обработки при плотности тока $0,74 \text{ А/см}^2$ составляла 60 сек с момента поступления жидкого чугуна в камеру модифицирования.

Различную гидродинамическую обстановку в расплаве чугуна создавали варьированием скорости протекания расплава через камеру модифицирования. Скорость потока чугуна изменяли одновременно увеличивая или уменьшая диаметры выпускных отверстий D (10, 15, 20 и 25 мм) промежуточной воронки и камеры модифицирования. Промежуточную воронку, изготовленную из стержневой смеси, располагали на высоте 50 мм над ка-



мерой модифицирования. Камеру модифицирования выполняли также из стержневой смеси и устанавливали на высоте 50 мм над клиновидной пробой и пробой для изготовления образцов из чугуна для определения механических свойств.

Жидкий чугун заливали в промежуточную воронку, из которой чугун через выпускное отверстие поступал на дно камеры модифицирования между карманом с модификатором и порогом камеры. После заполнения камеры модифицирования чугун переливался через порог камеры и через выпускное отверстие поступал в клиновидную пробу и в пробу для изготовления образцов из чугуна.

В экспериментах использовали серый чугун индукционной плавки, выплавленный в ИСТ-0,16 с кислотной футеровкой. Исходный чугун имел следующий химический состав: 2,70–2,90% С; 1,30–1,60% Si; 0,50–0,80% Mn; P, S и Cr не более 0,1%. Температуру жидкого чугуна измеряли термомпарой ВР-5/20, она составляла $1420 \pm 10^\circ\text{C}$. В качестве модификатора применяли СММ (силикометалл) состава, %: 31,0 РЗМ; 9,0 Се; 3,3 Al; 1,2 Са; 46,3 Si; остальное Fe. Модификатор в количестве 0,3% от массы чугуна с размером частиц 3–5 мм закладывали в карман камеры модифицирования.

Результаты экспериментов по влиянию гидродинамической обстановки в зависимости от скорости протекания расплава чугуна через камеру модифицирования показали зависимость между диаметрами выпускных отверстий D промежуточной воронки и камеры модифицирования и степенью усвоения S модификатора чугуном (рис. 2). Из рис. 2 видно, что степень усвоения модификатора чугуном по кремнию снижается при увеличении диаметров выпускных отверстий. Это можно объяснить тем, что увеличение диаметров отверстий приводит к снижению скорости протекания расплава через камеру, и процесс раство-

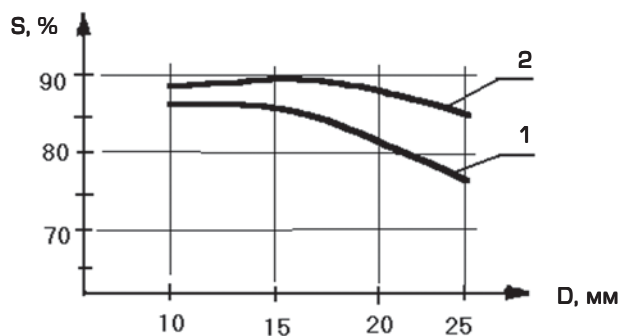


Рис. 2. Зависимость между диаметрами выпускных отверстий D промежуточной воронки и камеры модифицирования и степенью усвоения S модификатора чугуном для исходного модифицированного (1) и обработанного током модифицированного чугуна (2)

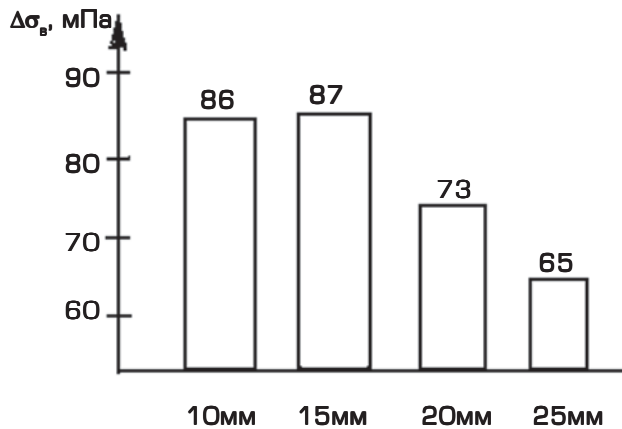


Рис. 3. Диаграмма приращения предела прочности при растяжении модифицированного чугуна под влиянием обработки током в зависимости от диаметров выпускных отверстий промежуточной воронки и камеры модифицирования

ния модификатора жидким чугуном замедляется.

Эксперименты показали, что обработка электрическим током повышает степень усвоения модификатора при использовании указанных диаметров выпускных отверстий D воронки и камеры модифицирования (рис.2, кр. 2). Такое влияние обработки током на повышение степени усвоения модификатора чугуном по кремнию, по нашему мнению, связано с выделением при обработке током жидкого чугуна Джоулева тепла в межэлектродном пространстве, что приводит к ускорению конвективных потоков в расплаве чугуна и интенсификации процесса растворения частиц модификатора в расплаве. Следует отметить, что увеличение степени усвоения отмечено для всех диаметров выпускных отверстий воронки и камеры, обеспечивающих соответствующую скорость протекания расплава чугуна через камеру модифицирования.

На рис. 3 приведена диаграмма приращения предела прочности при растяжении модифицированного чугуна под влиянием обработки током в зависимости от диаметров выпускных отверстий промежуточной воронки и камеры модифицирования.

Диаграммы свидетельствуют об изменении механических свойств модифицированного серого чугуна под влиянием обработки током. При этом предел прочности при растяжении обработанного током чугуна превышал при всех диаметрах D выпускных отверстий воронки и камеры модифицирования прочность необработанного током модифицированного чугуна. Относительная погрешность измерения предела прочности серого чугуна при растяжении составляла 4,80%.

Такое воздействие электрического тока на процесс модифицирования можно объяснить изменением условий растворения модификатора и повышением степени его усвоения чугуном. Более полное усвоение модификатора положительно влияет на процесс кристаллизации сплава и рост прочностных свойств модифицированного серого чугуна.

Подтверждением улучшения условий растворения модификатора и эффективного воздействия на структуру серого чугуна являются данные опытов по определению влияния скорости протекания расплава чугу-

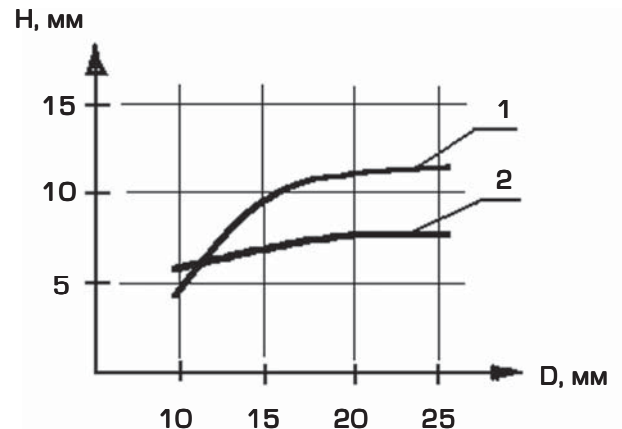


Рис. 4. Зависимости величины отбела чугуна H от диаметров выпускных отверстий промежуточной воронки и камеры модифицирования для обработанного током (2) и необработанного модифицированного серого чугуна (1)

на через камеру модифицирования на величину отбела модифицированного чугуна (рис. 4).

Из рис.4 видно увеличение величины отбела модифицированного чугуна при снижении скорости потока расплава чугуна, обусловленного ростом диаметров выпускных отверстий воронки и камеры модифицирования чугуна. Воздействие на расплав электрического тока приводит, по сравнению с необработанным чугуном, к снижению величины отбела для пониженных скоростей потока жидкого чугуна при диаметрах воронки и камеры 15, 20 и 25 мм. Эти результаты позволяют сделать вывод о положительном влиянии на снижение отбела и, следовательно, на процесс графитизации серого чугуна обработки током и повышения скорости потока за счет уменьшения диаметров воронки и камеры, что можно объяснить только увеличением содержания графитизирующего модификатора в чугуне.

Таким образом, изменение гидродинамической обстановки в металлическом расплаве, благодаря росту скорости потока расплава чугуна через камеру модифицирования и воздействию электрического тока, приводит к увеличению степени усвоения модификатора, снижению величины отбела и повышению механических свойств модифицированного серого чугуна. Изменения свойств чугуна связаны с повышением содержания модификатора в чугуне, что обусловлено интенсификацией массопереноса модификатора в жидком чугуне при ускорении конвективных потоков в расплаве. Повышение степени усвоения модификатора влияет также на процесс кристаллизации чугуна, определяющего прочностные свойства сплава. Рост механических свойств модифицированного серого чугуна повышает марочность чугуна и дает положительный экономический эффект при производстве чугунных отливок.

Список литературы

1. Миненко Г.Н. Особенности процесса растворения и усвоения чугуном кремнийсодержащих модификаторов // Литейное производство. – 1992. – № 10. – с. 11-12.
2. Миненко Г.Н. Факторы воздействия электротока на сплавы Fe-C // Литейное производство. – 1996. – № 12. – с. 5-6.

Б.А. Фоченков (д-р техн. наук, профессор)

О ликвации первичного кремния в отливках из заэвтектических силуминов

Одной из первых работ по ликвации Si в силуминах, как сплавах с аномальным типом эвтектик, была работа [1], в которой показано, что заметная ликвация Si в алюминиевых сплавах может быть получена уже в жидком состоянии при выдержке расплава в течение 1–3 ч. По мнению автора, это связано с наличием в структуре жидких алюминиевых сплавов микрогруппировок и микрообластей, обогащенных кремнием, что приводит к локальному уменьшению удельного веса (плотности) этой зоны и возникновению ликвации.

В последующих работах [2–4] структуру силуминов исследовали на литых заготовках-образцах и факт ликвации фиксировали, как в работе [1], металлографическими и химическими методами. Ликвация Si по удельному весу в силуминах была отмечена в работах [2, 3, 7, 8]. В работе [4] установлена ликвационная неоднородность в сплаве АК8, вызванная разрушением фронта кристаллизации и переносом твердых фрагментов структурных составляющих сплава потоком расплава при заполнении отливки.

Особое место среди работ по неоднородности структуры сплавов системы Al–Si занимают исследования ликвации кристаллов первичного кремния (β_{Si} -фазы) [2] в отливках из заэвтектических силуминов (ЗЭВС). Ликвация приводит к неравномерному распределению кристаллов β_{Si} -фазы по высоте литой заготовки, обусловленному их всплыванием, так как плотность кристаллов кремния на 6% меньше средней плотности кристаллизующегося расплава ЗЭВС [3].

Неравномерное распределение кристаллов β_{Si} -фазы особенно нежелательно в поршневых заготовках, так как не позволяет комплексно решить основную задачу конструкторов и технологов – обеспечение высоких механических свойств, жаропрочности, износо- и задиростойкости поршней при низком КТЛР.

В работе [2] теоретически и экспериментально при исследовании микроструктуры поршней из ЗЭВС обнаружили неравномерное распределение кристаллов β_{Si} -фазы, вызванное их значительной ликвацией. Установлено, что основными факторами, усиливающими ликвацию кристаллов β_{Si} -фазы в отливках из ЗЭВС, являются: размер кристаллов, содержание водорода в расплаве и длительность процесса кристаллизации сплава. Следует отметить, что последний фактор согласуется с результатами, полученными в работе [1], поскольку возрастает время нахождения жидкой фазы при кристаллизации отливки. В этом случае на усиление ликвации за счет пониженной плотности действуют уже два фактора – комплекс «кристалл β_{Si} -фазы – водород» и микрогруппировок и микрообластей, обогащенных кремнием.

В данной работе на основе анализа результатов, полученных в работе [4], проведены сравнительные

исследования неравномерности структуры и свойств литых заготовок из ЗЭВС и, прежде всего, ликвации кристаллов β_{Si} -фазы по высоте литых заготовок. Кроме того, предполагали экспериментально проверить данные работы [1], в которой показано, что эффективное модифицирование заэвтектических силуминов не всегда решает проблему устранения ликвации кристаллов β_{Si} -фазы в литых заготовках.

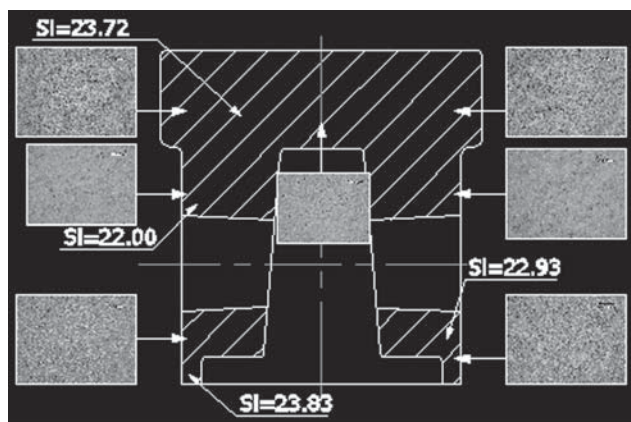
На 1-м этапе работы исследовали ликвацию кристаллов β_{Si} -фазы немодифицированного сплава АК21. Плавки проводили в электропечи с силитовыми нагревателями вместимостью 10 кг по алюминию. В качестве шихты использовали чушковой сплав типа АК12, после расплавления которого загружали в один прием навеску предварительно просушенного кремния кристаллического Кр1 (ГОСТ 2169–69). При непрерывном перемешивании и полном растворении кремния температуру расплава поднимали до $890 \pm 10^\circ\text{C}$. В специальный кокиль заливали заготовки в виде гранаты. Заготовка состояла из основной цилиндрической части $\varnothing 30$ мм длиной 300 мм и прибыльной части $\varnothing 60$ мм. Общая длина литой заготовки составляла 360 мм.

Из нижней, средней и подприбыльной зон заготовки, а также из средней части (по высоте) прибыли были отобраны образцы на исследования микроструктуры. Анализ микроструктуры показал, что в прибыльной части отливки присутствует скопление крупных кристаллов β_{Si} -фазы размером более 200 мкм, а в трех зонах цилиндрической части отливки размером кристаллов β_{Si} -фазы составляют в среднем 100 мкм, при этом отчетливо просматривается заметное их увеличение по высоте отливки. Причем в подприбыльной части наблюдаются отдельные кристаллы с размерами зерен по граням до 130 мкм.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными работы [4] и свидетельствуют о том, что наблюдается неравномерное распределение кристаллов β_{Si} -фазы по высоте отливки, вызванное ликвацией кремния. Причем характер распределения этих кристаллов β_{Si} -фазы в прибыльной части отливки показывает, что ликвация Si определяется не только размером кристаллов, но и длительностью процесса кристаллизации. Следует отметить также, что наиболее мелкие кристаллы располагаются у стенок кокиля в зонах интенсивного теплоотвода как прибыльной, так и основной части отливки.

На 2-м этапе работы исследовали сначала влияние модифицирования тройной лигатурой Al–Cu–P, а затем влияние модифицирования и дегазации расплава на ликвацию кристаллов β_{Si} -фазы в литой заготовке типа гранаты из сплава типа АК21. Были проведены две опытные плавки.

Первую плавку провели с модифицированием



Микроструктура и содержание кремния в различных точках поршневой заготовки

расплава лигатурным прутком $\varnothing 20$ мм путем замешивания его в подплав. При проведении второй плавки через 5 мин после модифицирования расплав дегазировали таблетками Degasal T 200 немецкой фирмы Schafer (0,2% от массы расплава). После снятия шлака с зеркала ванны отбирали пробу на химический анализ и при достижении расплавом температуры $850 \pm 10^\circ\text{C}$ его разливали в кокили для изготовления литых заготовок $\varnothing 30$ мм.

Как и на 1-м этапе работы из нижней, средней и подприбыльной зон заготовки, а также из средней части прибыли были отобраны образцы для исследования микроструктуры. Анализ микроструктуры образцов показал, что при модифицировании расплава тройной лигатурой Al-Cu-P зернистость структуры сплава резко уменьшилась и размеры кристаллов β_{Si} -фазы составили: в основной части литой заготовки 40–50 мкм, а в прибыльной части (центральной зоне) в среднем 80 мкм. После модифицирования и дегазации расплава таблетками DEGASAL T 200 размеры кристаллов β_{Si} -фазы составили 40 мкм и 60–70 мкм, соответственно. Причем в основной части литой заготовки высотой 300 мм ликвация кристаллов β_{Si} -фазы малозаметна. Из трех исследуемых заготовок лишь в одной отмечены отдельные кристаллы β_{Si} -фазы размером 50 мкм.

Заключительным этапом работы стало исследование формирования структуры при кристаллизации поршневой заготовки из сплава АК18 для изготовления поршней ДВС грузового автомобиля «КАМАЗ», полученной на ОАО «Костромской завод «Мотордеталь». Технология плавки и литья была следующая. В печь ИАТ-1 загружали навеску сплава АК12 и после расплавления расплав шихтовали на сплав АК18 путем добавления кремния кристаллического марки Кр1 и магния. Затем в расплав вводили лигатуру Al-Cu-P и выдерживали металл в течение 20 мин при работающей печи, то есть до полного растворения фосфора. После этого металл сливали в транспортный ковш вместимостью 400 кг, установленный на переоборудованном автопогрузчике. Затем ковш помещали в специальный стенд с мощной вытяжной вентиляцией, обрабатывали металл специально приготовленными таблетками из гексахлорэтана и серы, после чего металл транспортировали к раздаточно-литейному агрегату,

состоящему из электропечи сопротивления САТ-250 и кокильно-карусельной установки фирмы «ФАТА» и отливали заготовки поршней.

На рисунке представлена микроструктура, а также результаты химического анализа сплава АК18 на содержание Si в образцах, отобранных из различных частей поршневой заготовки.

Анализ микроструктуры различных зон поршневой заготовки показал, что очевиден высокий эффект модифицирования, достигнутый комплексной обработкой расплава тройной лигатурой Al-Cu-P в комбинации с гексахлорэтаном и серой. В образцах, отобранных от поршневой заготовки, отмечено резкое измельчение кристаллов β_{Si} -фазы в α -твердом растворе и в эвтектике (Al α + Si): в «юбке» поршневой заготовки – 10–20 мкм, в зоне «пальцев» в среднем 20 мкм и в «днище» – 30–40 мкм. Причем получено значительное измельчение кристаллов β_{Si} -фазы не только в α -твердом растворе, но и в эвтектике, что объяснено нами влиянием серы [5]. Однако характер распределения кристаллов β_{Si} -фазы в поршневой заготовке свидетельствует о преобладающей роли в ликвационной неоднородности более медленного теплоотвода от днища (головки) поршня в сравнении с зоной «пальцев» и «юбки», то есть значительного влияния длительности процесса кристаллизации. Утверждать о ликвационной неоднородности Si по высоте поршневой заготовки в целом нельзя ввиду высокой скорости охлаждения и эффекта модифицирования в зоне «юбки». Ликвация кристаллов β_{Si} -фазы возможна в таких более массивных частях, как зона «пальцев» и расположенной выше зоне «днища», что и подтверждено данными настоящей работы.

Выводы.

- В литых немодифицированных заготовках из поршневых ЗЭВС наблюдается значительная ликвация кристаллов β_{Si} -фазы по высоте отливки, что обусловлено их всплыванием в процессе ее затвердевания под действием разности плотностей кристаллов β_{Si} -фазы и алюмоматричного сплава.
- Дегазация модифицированного расплава заметно снижает ликвацию кристаллов β_{Si} -фазы в отливках из ЗЭВС. Причем ликвация кристаллов β_{Si} -фазы наблюдается лишь в прибыльной части отливки, что объясняется длительностью процесса кристаллизации в ней.
- Модифицирование расплава и скорость кристаллизации отливки в значительной мере снижает возникновение ликвации кристаллов β_{Si} -фазы по ее высоте.

Список литературы

1. Гаврилин И.В. Ликвация кремния в жидких силуминах // Литейное производство. – 1983. – №2. – с.4–5.
2. Немёненко Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов. – Минск: Технопринт, 1999. – 270 с.
3. Колобнев И.Ф. Жаропрочность литейных алюминиевых сплавов (структура и свойства). – М.: Металлургия, 1973. – 358 с.
4. Белов В.Д., Гусева В.В., Глотова Л.В. Некоторые особенности формирования структуры при кристаллизации заэвтек-

тических силуминов// Литейное производство. – 2000. – №9. – с. 23–24.
 5. **Фоченков Б.А., Рябов И.В.** Заэвтектические силумины для поршней ДВС// Автомобильная промышленность. – 2002. – № 10. – 29–31.
 6. **Михайлов Д.П., Романов Л.М., Болдин А.Н.** Ликвация кремния при заполнении литейной формы силумином/ Тез. докл. конф. РАТИ «Новые материалы, прогрессивные техно-

логические процессы и управление качеством в заготовительном производстве». – Рыбинск, 2002. – с. 112–113.
 7. **Хамани М.С., Пикунов М.В.** Распределение кремния в эвтектическом силумине// Литейное производство. – 1990. – № 11. – с.32.
 8. **Курдюмов А.В., Белов В.Д.** Ликвация кремния в поршнях из заэвтектических силуминов// Литейное производство. – 1990. – № 9. – с. 31.

А.А.Минаев (канд. техн. наук, профессор)

Мониторинг патентной документации по технологии литья под давлением

Как показывает конкурентное исследование специальных способов литья, литье под давлением после технологии непрерывного литья является наиболее востребованной технологией в ведущих технологически развитых странах¹.

Доступ к анализу патентной документации через Интернет (<http://www.fips.ru>) в базе данных (БД)

¹ Минаев А.А. Разработка научных представлений о закономерностях генезиса технологии литейного производства в XX веке и перспективы ее развития на ближайший период. – Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007.

Федерального института промышленной собственности (ФИПС) Роспатента в значительной мере облегчает эту непростую задачу. Бесплатный доступ к БД ФИПС в гостевом режиме обеспечивает анализ патентной документации, представленной в виде реферативной информации, что на начальном этапе мониторинга обеспечивает необходимую оперативность и полноту за 1994–2007гг. Ниже приведены информационные возможности мониторинга и пути реального доступа к БД ФИПС через Интернет, например, по патентной документации технологии и оборудования литья под давлением.

На диаграммах (рис.1) представлены обобщающие данные по патентной документации по классам МПК (Международной патентной классификации) – литье под давлением: B22D17/00–17/32 за период 1995 – 2006 гг. по странам: РФ, США, Япония, Германия, Китай.

Практическое отсутствие в РФ машиностроитель-

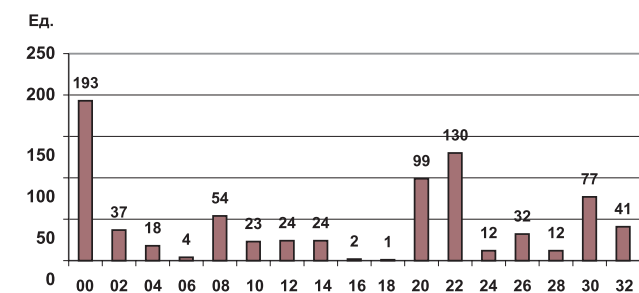
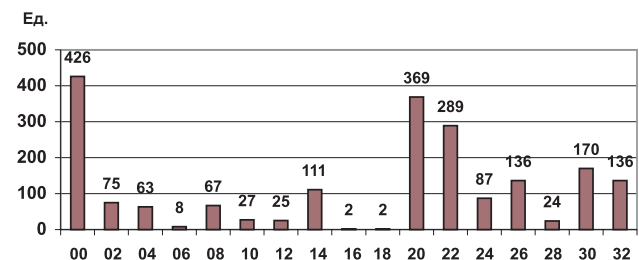
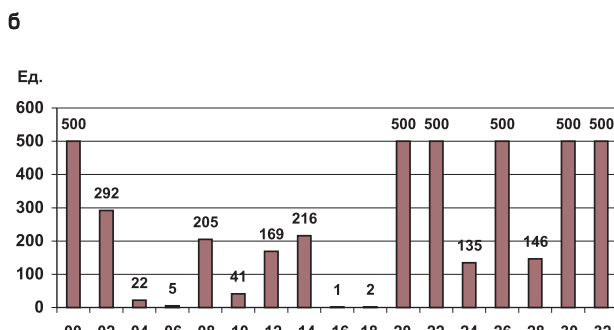
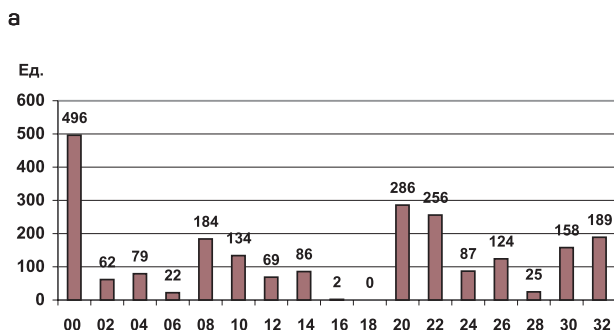
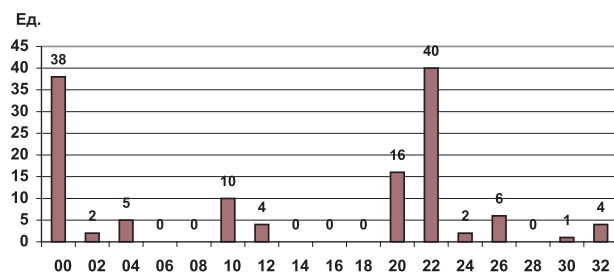


Рис. 1, а–д. Изобретения РФ (а), США (б), Японии (в), Германии (г) и Китая (д) по классу B22D17/00–17/32 – литье под давлением – за период 1995 – 2006 гг.,

ных предприятий (кроме Новосибирского ОАО «Сиблитмаш»), выпускающих оборудование для литья под давлением, резко сократило интенсивность патентования в этом направлении развития технологии литейного производства за рассматриваемый период. В то же время, например, в Китае, где отмечается экономический подъем, интенсивность патентования по литью под давлением резко возросла, и почти весь пакет патентов получен в этот период. Интенсивность патентования служит положительной реакцией на экономический рост в этой стране. В остальных странах (США, Германия, Япония), где наблюдаются сравнительно стабильные показатели развития экономики, интенсивность патентования по классам МПК в области литья под давлением стабильна и имеет похожие тенденции.

Исследование интенсивности патентования в указанных странах по литью под давлением позволяет отметить, кроме общей сходной картины, также сходство интенсивности патентования по отдельным подклассам, а именно: B22D17/00; 08; 20; 22; 26; 30 и 32.

Подкласс: 17/00 (см. рис. 1) – обобщающий для литья под давлением;

17/08 – машины с холодными камерами давления;

Особая интенсивность патентования отмечается по подклассам:

17/20 и 17/22 – вспомогательные устройства и конструктивные элементы и матрицы, соответственно; 17/26 – устройства для открывания или закрывания матриц;

17/30 и 17/32 – устройства для подачи расплавленного металла и устройства для управления, соответственно.

Особенно следует отметить интенсивность патентования по литью под давлением, например, по алюминевым и магниевым сплавам.

Дополнительные рубрики, введенные в ECLA (Европейская патентная классификация изобретений, принятая в странах ЕС в начале XXI в. и расширяющая и дополняющая рубрики МПК по классам B22D17/00–17/32 – литье под давлением) характеризуют, следующие современные направления развития технологии и оборудования литья под давлением:

- использование подвижных пресс-форм;
- полутвердое литье под давлением;
- продувающие средства для этого;
- способы или средства для чистки или смазки пресс-форм;
- средства для запрессовки жидкого металла в пресс-форму;
- сопла и втулки запрессовочные;
- инжекционные поршни;
- нагревание, охлаждение или смазывание с использованием инъекции;
- с обеспечением амортизации при пике прессования;
- использование двух или больше поршней для давления;
- создание напряжения после запрессовки металла в пресс-форму;

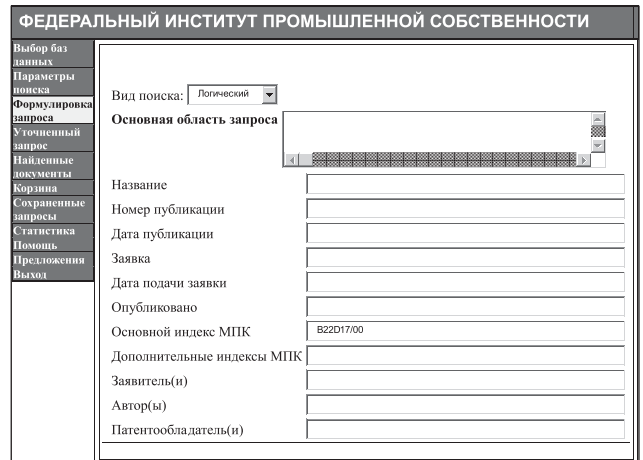


Рис. 2. Окно для диалога пользователя с БД ФИПС

Найден 41 документ из 200 возможных документов. Поиск произведен в базах данных: Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 гг. (рус.)

Поскопый запрос	
Название поля	Значение для поиска
Основной индекс МПК	B22D17/00

Список найденных документов. Страница 1 из 2 возможных

1.	№ 2302922 (2007.07.20)	СИСТЕМА ПОДАЧИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
2.	№ 2294814 (2007.03.10)	СПОСОБ ЛИТЬЯ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
3.	№ 2288074 (2006.11.27)	СПОСОБ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛУТВЕРДЫХ СПЛАВОВ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
4.	№ 2005101139 (2006.06.27)	СПОСОБ ЛИТЬЯ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
5.	№ 2277454 (2006.06.10)	ИНЖЕКЦИОННОЕ СОПЛО ДЛЯ МАШИНЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ, И СОЕДИНЕНИЕ СОПЛА И ЛИТНИКОВОЙ ВТУЛКИ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
6.	№ 2268807 (2006.01.27)	ИНЖЕКЦИОННЫЙ УЗЕЛ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
7.	№ 2005100504 (2005.07.20)	СПОСОБ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛУТВЕРДЫХ СПЛАВОВ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
8.	№ 2254993 (2005.08.27)	УЗЕЛ ЦИЛИНДРА ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛА (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
9.	№ 2252108 (2005.05.20)	СПОСОБ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
10.	№ 2004127587 (2005.05.10)	СИСТЕМА ПОДАЧИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
11.	№ 2248857 (2005.03.27)	СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ ТИПА ЧАСТИ КОЛЕСА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, И КОЛЕСО (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
12.	№ 2003115453 (2005.02.27)	ИНЖЕКЦИОННОЕ СОПЛО ДЛЯ МАШИНЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И СОЕДИНЕНИЕ СОПЛА И ЛИТНИКОВОЙ ВТУЛКИ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
13.	№ 200129898 (2004.12.27)	СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ ТИПА ЧАСТИ КОЛЕСА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, И КОЛЕСО (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
14.	№ 2235798 (2004.09.10)	ЛИТЬЕВЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СПЕЦИАЛЬНОГО СПЛАВА НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ (ВАРИАНТЫ), СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЕЦИАЛЬНОГО СПЛАВА И СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭТИХ ИЗДЕЛИЙ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
15.	№ 2002121202 (2004.02.27)	Способ литья под давлением и устройство для его осуществления (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
16.	№ 2212980 (2003.09.27)	МАГНИЕВОЕ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
17.	№ 2001114582 (2003.05.10)	Устройство и способ изготовления радиатора (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
18.	№ 200131253 (2003.01.27)	СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК КРУПНОГА БАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)
19.	№ 200116645 (2001.11.27)	МАГНИЕВОЕ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (Рефераты российских патентных документов за 1994-2007 (рус.)

Рис. 3. Фрагмент БД по классу МПК B22D17/00

- оборудование для резки питателей;
- управляющие или выводящие устройства для удаления литейных частей;
- выбор материалов для пресс-форм;
- охлаждающая и нагревательная аппаратура для пресс-форм;
- герметизируемая пресс-форма;
- оборудование для подрыва или удаления отливок из пресс-форм;

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ	
Выбор баз данных	
Параметры поиска	Документ: В формате PDF
Формулировка запроса	Статус: по данным на 20.11.2007 - действует
Уточненный запрос	(11) Номер публикации: 2302922
Найденные документы	(13) Вид документа: С2
Корзина	(14) Дата публикации: 2007.07.20
Сохраненные запросы	(19) Страна публикации: RU
Статистика	(21) Заявка: 2004127587/02
Помощь	(22) Дата подачи заявки: 2003.02.14
Предложения	(30) Приоритетные данные: PS 0585 2002.02.15 AU
Выход	(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 2003.02.14
	(43) Дата публикации заявки: 2005.05.10
	(45) Опубликовано: 2007.07.20
	(51) Основной индекс МПК: B22D17/00 (2006.01)
	Название: СИСТЕМА ПОДАЧИ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
	(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 90/09251 A1, 23.08.1990. EP 968782 A2, 05.01.2000. WO 99/28065 A1, 10.06.1999. RU 2023532 C1, 30.11.1994. WO 01/91946 A1, 06.12.2001.
	(72) Автор(ы): МЮРРЕЙ Моррис Тейлор (AU)
	(72) Автор(ы): КОУП Мэттью Алан (AU)
	(72) Автор(ы): РОХАН Патрик Уильям (AU)
	(72) Автор(ы): КВЭДЛИНГ Алан Майка (AU)
	(73) Патентообладатель(и): КОММОНВЕЛТ САЙЕНТИФИК ЭНД ИНДУСТРИАЛ РИСЕРЧ ОРГАНИЗАЙШН (AU)
	(85) Дата соответствия ст.22/39 РСТ: 2004.09.15
	(86) Номер и дата международной или региональной заявки: AU 03/00195 (14.02.2003)
	(87) Номер и дата международной или региональной публикации: WO 03/068432 (21.08.2003)
	Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО «Юридическая фирма Городицкий и Партнеры», пат.лов.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ	
Выбор баз данных	
Параметры поиска	№2302922. Реферат
Формулировка запроса	
Уточненный запрос	Система подачи металла для литья сплавов предназначена для использования при литье на машинах с камерой высокого давления, наполненной расплавом, и формой.
Найденные документы	Система содержит линию подачи металла, в которой сплав, полученный из камеры прессования, может протекать в полость формы. Первый участок линии подачи металла включает в себя литник и участок с контролируемым расширением (СЕР).
Корзина	Площадь поперечного сечения СЕР возрастает в направлении протекания через него потока сплава, от входа СЕР на выходе литника и до выхода СЕР. Модуль выхода СЕР (СЕМ) образует второй участок линии подачи металла от выхода СЕР. Расплав, поступающий на вход СЕР при достаточной скорости течения, испытывает уменьшение скорости течения при прохождении через СЕР. Сплав переходит из жидкого состояния в полутвердое. СЕМ имеет форму, контролирующую течение сплава таким образом, что скорость течения сплава последовательно снижается от уровня, имеющего место на выходе СЕР. В том месте, в котором линия подачи сообщается с полостью формы, скорость течения сплава оказывается значительно ниже, чем на выходе СЕР. Изменение состояния, возникающее в СЕР, сохраняется по существу в течение всего процесса заполнения полости формы, так что сплав может затем подвергнуться быстрому затвердению в полости формы. Обеспечивается получение отливок с требуемой микроструктурой.
Сохраненные запросы	
Статистика	
Помощь	
Предложения	
Выход	
	<p>Фиг.1</p>

Рис. 4. Реферат изобретения из БД по патенту РФ № 2302922

- наличие стенок в пресс-форме, обеспеченных средствами для маркировки или узора;
- наличие стенок с резьбой в пресс-форме;
- наличие трубчатых пустот в пресс-форме;
- смазывающие каналы;
- запирающие механизмы для этого;
- пресс-формы со сменными частями.

Далее будут рассмотрен конкретный пример вхождения через Интернет в БД ФИПС (рис. 2) по рубрикам МПК, относящимся к технологии литья под давлением (рис. 3), и рассмотрены примеры технических решений по патентным документам из базы данных РФ (рис. 4), относящихся к технологии и оборудованию литья под давлением за период 1994 – 2007 гг. по рубрикам, где патентование, как отмечалось выше, наиболее интенсивное.

Следующее изобретение из базы данных по патенту РФ №2288071 относится к литью под давлением сплавов с высоким содержанием твердой фазы (рис. 5). Сплав нагревают до создания суспензии с содержанием твердой фазы от 60 до 85%. Суспензию инжектируют в пресс-форму в условиях турбулентного течения со скоростью, достаточной для полного заполнения пресс-формы, и уплотняют ее. Обеспечивается получение изделий, имеющих низкую пористость.

Изобретение (патент РФ № 2212980) может быть использовано при литье под давлением отливок из магниевых сплавов в полутвердом или тиксотропном состоянии. Литье осуществляют на машине, имеющей литейную форму или матрицу и систему подачи сплава в полость матрицы через литник. Система подачи обеспечивает управление скоростями потока сплава. Расплав проходит из литника через управляемую область расширения. При этом происходит снижение скорости сплава относительно скорости прохождения его через литник. Состояние сплава изменяется от расплавленного на полутвердое. Заполнение формы происходит полутвердым сплавом. Изобретение обеспечивает улучшение качества отливок, снижение расхода металла и увеличение выхода годного.

Технология литья с кристаллизацией под давлением преимущественно алюминиевых сплавов на машинах с горизонтальной камерой прессования обеспечивает повышение плотности отливок путем создания ламинарного режима заполнения формы метал-

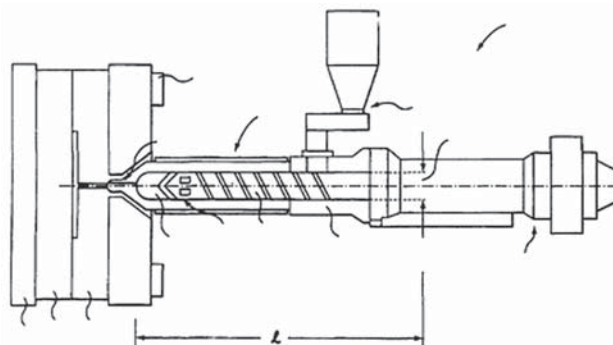


Рис. 5. Схема процесса литья под давлением сплавов с высоким содержанием твердой фазы (пат. РФ №2288071)

лом и питания отливки при затвердевании. Сущность изобретения: заполнение формы металлом осуществляют через относительно большой питатель со скоростью движения прессующего поршня 0,3–0,5 м/с и с последующим перекрытием глубокого вентиляционного канала в верхней части формы, при этом соотношения сечения камеры прессования, сечения питателя и сечения вентиляционного канала равны (патент РФ № 2033892).

В патенте РФ № 2009009 предлагается автоматическая линия для литья под давлением тормозных колец. Сущность изобретения: автоматическая линия содержит загрузочное устройство, печь для нагрева колец, печь для расплавленного металла, машину литья под давлением, смазывающее устройство, обрубочный пресс, систему управления, устройство для приема готовых деталей, роботизированное транспортное устройство, накопитель тормозных колец в виде секционного барабана, на котором закреплено ориентирующее устройство в виде фиксатора.

Изобретение (патент РФ № 1814246) может быть использовано при производстве пористых отливок. Цель изобретения – повышение производительности, снижение брака и себестоимости получаемых отливок. В предварительно подогретую до температуры 0,6–0,9 температуры плавления металла пресс-форму запрессовывают предварительно подогретый наполнитель, содержащий 99,5 – 98% легко экстрагируемого графитизированного материала и 0,5 – 2,0% мелкодисперсного графита, затем пресс-поршнем в рабочую полость пресс-формы запрессовывают жидкий металл. Благодаря совмещению операций в одном агрегате сокращается время, затрачиваемое на проведение операции, повышается производительность

Вентиляционное устройство для литья под давлением (патент РФ № 2082546) содержит клапанное устройство с вытяжным каналом, расположенный в вытяжном канале воздушный клапан и приводное устройство для закрывания воздушного клапана. Приводное устройство имеет датчик силы, который нагружается поступающим из полости формы в вытяжной канал литейным материалом и находится в механической кинематической связи с подвижной запорной частью воздушного клапана. Датчик силы выполнен в виде ударного механизма, рабочий ход которого ограничен отрезком пути, проходным подвижной запорной частью воздушного клапана при его закрытии, так что запорная часть воздушного клапана движется в направлении закрытия, превышая рабочий ход ударного механизма, посредством переданного от него импульса силы. Вследствие относительно короткого рабочего хода ударного механизма его кинетическая энергия ограничивается до такой величины, что она может быть воспринята при жестком соударении без применения особых мер по демпфированию удара и без риска повреждения устройства.

Универсальный блок для литья под давлением металлов и сплавов (патент РФ № 2135323) содержит неподвижную и подвижную части. Неподвижная часть состоит из обоймы, неподвижной полуформы сменного пакета и литниковой втулки. Подвижная часть со-

держит основание, обойму, плиту выталкивателей и подвижную полуформу сменного пакета. Подвижная полуформа сменного пакета состоит из стянутых транспортным винтом формообразующего вкладыша, проставки и узла выталкивания. Полуформы сменного пакета закреплены в блоке посредством винтов, установленных наклонным образом в обоймах. Для удобства в работе, монтажа и демонтажа сменного пакета применяют транспортную рамку. Транспортную рамку крепят к формообразующему вкладышу этой полуформы, вводят вкладыш в обойму и закрепляют его наклонными винтами. Обеспечивается сокращение времени замены полуформ сменного пакета при достаточной простоте и надежности конструкции блока.

Изобретение касается системы манипулирования литейными формами (патент РФ № 2117549) при изготовлении полостей форм и при литье, система работает с помощью сменных кассет, охватывающих полости форм, которые могут задвигаться в соответствующие принудительные направляющие заливочного устройства. Крепежное приспособление рабочей позиции обрабатывающего инструмента имеет базирующие детали для сменных кассет с принудительными направляющими, которые взаимодействуют с принудительными направляющими кассет. Этим упрощаются и ускоряются работы по изготовлению и подгонке полостей форм.

Пресс-форма для литья под давлением деталей с внутренней резьбой (патент РФ № 2078424) содержит неподвижную полуформу и подвижную полуформу, в которой размещены центральный вкладыш с наклонными боковыми поверхностями и две пары подвижных резьбовых стержней. Пресс-форма снабжена формообразующим вкладышем с конусным отверстием и подпружиненным упором, размещенными в подвижной полуформе, упругими элементами, жестко соединенными с первой парой противоположных резьбовых стержней и расположенными в сквозном пазу, выполненном в центральном вкладыше. Первая пара резьбовых стержней соединена со второй парой посредством направляющих типа ласточкина хвоста и имеет на внутренней поверхности конусообразные выступы для взаимодействия во время допрессовки металла с конусообразными пазами, выполненными на внутренней поверхности второй пары резьбовых стержней, резьбовые стержни своими хвостовиками размещены в формообразующем вкладыше и сопряжены с подпружиненным упором и конусным отверстием вкладыша.

Сущность изобретения (патент РФ № 2045370): способ включает подвод хладагента во внутреннюю полость поршня и отвод его к наружной поверхности с последующим омыванием ее. Подвод и отвод хладагента осуществляют в периоды кристаллизации металла в пресс-форме, перемещения поршня из положения прессования отливки до положения выталкивания пресс-остатка и возврата поршня в первое положение.

Сущность изобретения (патент РФ № 2043851): устройство отделения пресс-остатка содержит неподвижную плиту, плиту литейного конуса, связанную с

плитой–матрицей, входящей непосредственно в конструкцию формы, Г–образную пластину отрыва пресс–остатка. В плите литникового конуса выполнена щелевидная полость, а Г–образная пластина размещена в ней с возможностью неполного выхода из полости при раскрытии формы.

Сущность предлагаемого изобретения (патент РФ № 2043850): поршневой узел содержит поршень и шток, между торцами которых размещен диск с хвостовиком. Диск исключает деформацию торца поршня. Хладагент подается в узел по трубопроводу через полость хвостовика и наклонные каналы в диске к переднему торцу поршня, откуда поступает в кольцевой зазор между поршнем и штоком и отводится через проточки и окна в штоке. Хвостовик фиксируется относительно штока штифтом либо по резьбе.

Изобретение (патент РФ № 2074051) относится к устройствам для замыкания пресс–форм литейных машин. Сущность изобретения: машина содержит неподвижную и подвижную крепежные плиты для пресс–формы, перемещаемые на салазках. Плиты расположены на станине машины и являются установочными элементами для половин пресс–формы. Находящаяся на салазках подвижная крепежная плита выполнена регулируемой, соответственно, возвращаемой, по отношению к неподвижной крепежной плите по всем координатам независимо от салазок. Для этого на салазках расположены регулируемые через кривошип боковые направляющие ролики, опирающиеся на станину машины. Между подвижной крепежной плитой для пресс–формы и салазками имеется зазор, они подвижно соединены друг с другом через опоры в виде работающих на изгибе сжатых стержней и перемещаемую поперек продольной оси машины вертикальную поворотную цапфу и скреплены болтами.

Сущность изобретения (патент РФ № 2067511): запорное устройство для формы, предназначенной для литья под давлением, содержит неподвижно установленную первую несущую часть формы, перемещающуюся относительно нее вторую несущую часть формы, а также запорное приспособление, соединенное с несущими частями формы. Устройство приводится в действие давлением напорной среды. Запорное приспособление

соединено с подвижной второй несущей частью формы и выполнено в виде неподвижно закрепленного цилиндра с поршнем, который с помощью штока соединяется с подвижной несущей частью формы, причем соединение осуществляется с помощью шарнира.

Изобретение (патент РФ № 2026144) касается управления процессом смазки форм литья под давлением. В основу изобретения положено регулирование состава смазки в зависимости от усилия выталкивания отливки и плотности извлеченной отливки. Состав смазки, полученный путем регулирования, позволяет стабилизировать процесс выталкивания отливок и повысить качество отливок за счет снижения их пористости. Одновременно контроль зазора между полуформами позволяет исключить прострелы металла из формы.

Сущность изобретения (патент РФ № 2006341) заключается в том, что устройство для управления заливкой и дозированием расплавленного металла снабжено ограничителем исходного положения стрелки датчика порции, установленным стационарно, и упругим элементом возврата стрелки датчика порции в исходное положение, при этом электромагнитная муфта связана непосредственно со стрелкой указателя количества металла в тигле, кроме того, оно снабжено дополнительно дросселем, установленным на выпускном патрубке клапана подачи сжатого газа. Устройство, согласно изобретению, позволяет упростить конструкцию и исключить удар в дно тигля расплавленного металла, возвращаемого в тигель по окончании дозирования.

Опираясь на мониторинг патентной документации за рассматриваемый период, можно сделать заключение, что технология ЛПД совершенствуется на основе автоматизации контроля и управления гидродинамическими и тепловыми режимами процесса. Настоящее и будущее технологии ЛПД связано (вывод очевиден) с использованием новых конструкций машин, стабилизацией технологических режимов на основе полной автоматизации околос машинных операций и авторегулированием технологических режимов с использованием компьютерных технологий.

В.Э. Нутрихин, М.Ю. Ершов (д–р техн. наук, профессор)

Монолитные гипсовые формы для литья по выплавляемым моделям

Основной особенностью самотвердеющих формовочных смесей на основе гипса является короткий цикл изготовления из них монолитных литейных форм по выплавляемым моделям, что, наряду с невысокой стоимостью исходных материалов, делает их применение актуальным для сплавов с низкой температурой плавления – медных, алюминиевых и цинковых. Монолитные гипсовые формы изготавливают заливкой суспензии в специальную опоку с блоком выплавляемых

моделей, затем проводят вакуумирование и выдержку до момента затвердевания суспензии. Затвердевшие формы подвергают термической обработке для придания им необходимых служебных свойств. При начальном нагреве формы происходит выплавка модельного состава, при последующем – удаление свободной и химически связанной воды из состава смеси и выгорании остатков модельного состава. В результате нагрева и потери воды в гипсе происходят объемные

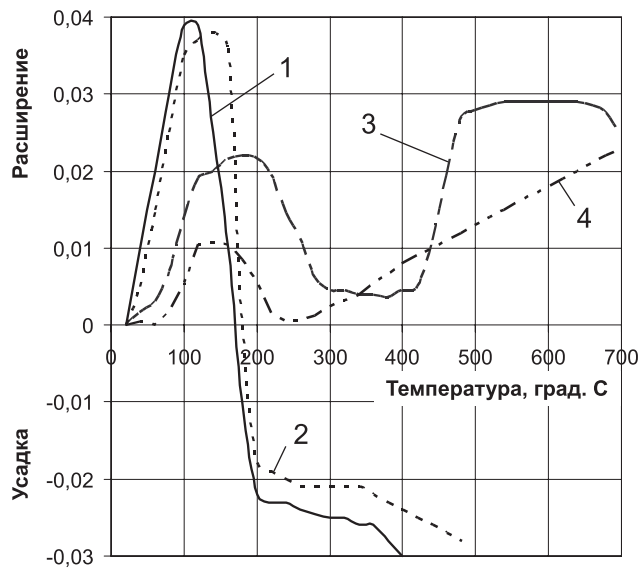


Рис. 1. Дилатометрические характеристики гипсовых формовочных смесей состава: **1** – гипс и вода; **2** – пылевидный кварц, гипс и вода; **3** – кристобалит, гипс и вода; **4** – пылевидный кварц, песок, гипс и вода

изменения, приводящие к растрескиванию формы, что снижает ее прочность и ухудшает чистоту поверхности, а в ряде случаев приводит к разрушению формы. В работе на основании дилатометрических исследований разработаны составы гипсовых формовочных смесей, обеспечивающих получение прочных литейных форм с чистой поверхностью, пригодных для мелких и средних отливок.

Дилатометрические кривые гипса и смесей на его основе приведены на рис.1. При нагреве чистого гидратированного гипса наблюдаются перегибы (рис.1, кр.1), связанные с изменением кристаллического строения гипса. До 130°C образец расширяется, а при больших температурах усаживается. Из дилатограммы следует, что чистый гипс из-за значительных величин относительно расширения и усадки ($\pm 0,04$) непригоден для изготовления литейных форм. На практике это приводит к образованию больших трещин между опокой и гипсовой формой.

Смеси, содержащие пылевидный кварц с размером частиц 7 мкм или корунд, имеют сходные дилатометрические кривые (рис.1, кр. 2), мало отличающиеся от гипса. Картина принципиально меняется при введении в смесь кристобалита, полученного прокаливанием пылевидного кварца при 1350°C (рис.1, кр. 3). Такая смесь имеет два максимума расширения: острый при 190°C и растянутый в интервале температур 500–700°C. Важно заметить, что при температурах ниже 700°C образец не становится меньше начального размера, усад-

ка наблюдается только выше указанной температуры. Аналогичные результаты дают импортные формовочные массы для ювелирного литья, содержащие кристобалит. В отечественных ювелирных смесях применяют размолотый кристобалит, получаемый из динасового кирпича, обожженного до температуры кристобалитизации.

Для обеспечения жидкоподвижности гипсовые суспензии содержат не менее 40% воды, из которой только 18% идет на гидратацию гипса. Остальная вода (22% и более), химически не связанная с гипсом и находящаяся в межкристаллическом пространстве, при сушке испаряется с образованием мелких пор, что увеличивает усадку. Обратное превращение двуводрата в полуводрат происходит в интервале температур 110–163°C и связано с выделением пара, полное удаление воды завершается только при 450°C, что еще сильнее способствует усадочным процессам. Жидкоподвижность гипсовых формовочных смесей оценивали вискозиметром Суттарда по диаметру растекания суспензии при поднятии в вертикальном направлении цилиндрической емкости $\varnothing 50$ мм, предварительно заполненной суспензией до высоты 100 мм. Смесь из порошкообразного гипса с размером частиц 10 мкм, содержащая более 40% воды, имеет жидкоподвижность 160 мм.

Снизить усадку формовочных смесей удастся за счет уменьшения содержания воды, при этом жидкоподвижность смесей составляет менее 150 мм. Разработаны составы низковлажных смесей [1] с пылевидным кварцем и поверхностно-активными добавками в виде порошка сульфитно-дрожжевой бражки с фтористым кальцием. ПАВы снижают концентрацию воды в смеси, но требуют обязательного применения пеногасителя и регулятора седиментации – каолина, при высокой жидкоподвижности смеси.

При литье по постоянным моделям [2] применяют смешанные наполнители из пылевидного кварца и кварцевого песка, что позволяет получать высокона-

полненные смеси при достаточной их жидкоподвижности. Введение полифракционного наполнителя в гипсовые смеси позволило получить гамму формовочных масс с различными гранулометрическими характеристиками, соответствующими необходимому качеству поверхности отливок. На дилатограмме у смеси с полифракционным наполнителем (рис.1, кр.4) усадка не наблюдается, что объясняется наличием внутреннего каркаса [3], образованного крупными зернами наполнителя и уменьшением в 1,5 раза жидкой фазы в смеси. При твердении смесь, залитая в жесткую опоку, расширяется, создавая предварительно напряженную структуру, что вносит дополнительный положительный вклад в снижение усадочных явлений литейной



Рис. 2. Художественная отливка «Петушок», автор Нутрихин В.Э.

формы при ее термической обработке.

С использованием дилатометрических характеристик смесей разработаны режимы термообработки форм, учитывающие их габариты и массу отливок, от которой зависит количество остаточного воска в форме. Для форм массой 9 кг в опоках Ø150 мм и высотой 300 мм, предусмотрен ступенчатый нагрев до 700°C, причем температурные интервалы, в которых происходят превращения в структуре смеси, имеют необходимые выдержки для выравнивания температурных полей по толщине формы, тем самым удается сохранить монолитность формы и предотвратить образование трещин на границах этих полей. Необходимость ступенчатого нагрева обусловлена многими процессами в смеси, в том числе и многократным возрастанием давления водяных паров при температуре выше 100°C.

Прочностные испытания гипсовых смесей показали, что они достигают необходимой прочности не менее чем через два часа после приготовления смеси, поэтому термообработку форм следует начинать не ранее указанного срока. При использовании регуляторов твердения, например замедлителей, этот параметр изменяется. Учет свойств всех компонентов формовочных смесей требует разработки технологии всех операций по подготовке литейной формы. Дозирование компонентов должно быть весовым, с отдельным введением каждого материала в жидкую фазу при непрерывном перемешивании миксером с частотой 800 мин⁻¹, начиная с пылевидного наполнителя, затем в

полученную суспензию вводится наполнитель с более крупным размером частиц и далее гипс. Температура жидкой фазы составляет 20°C по ряду причин – это влияет на затвердевание смеси, процесс вакуумирования и конструктивное сохранение модельного блока. Для приготовления смесей применяют водопроводную воду с добавлением регуляторов срока схватывания смеси – водных растворов лимонной или винной кислот концентрации 0,01%, и регуляторов пенообразования – пеногасителей в виде спиртов или элементоорганических соединений. В результате действия регуляторов смесь теряет текучесть не ранее, чем через 8 минут после приготовления и может быть вакуумирована при остаточном давлении 30 мм рт. ст.

Данные гипсовые формовочные смеси на протяжении ряда лет успешно используются на кафедре «МиТЛП» МГТУ «МАМИ» при литье художественных отливок (рис. 2). Технология включена в учебный процесс при подготовке студентов по специальности «Технология художественной обработки материалов».

Список литературы

1. А.с. СССР №1373464, Кл. В22 С 1 / 18. Состав для получения литейных форм / Осинский В.И., Крапивина Л.Д., Паповян В.Э., Соловьев М.В., Морозов А.В. / от 15.10.87.
2. Иванов В.Н., Зарецкая Г.М. Литье в керамические формы по постоянным моделям. – М.: Машиностроение, 1975.
3. Хархардин А. Н. Расчет гранулометрического состава наполнителя высокоплотной упаковки // Пластические массы. – 1979. – №10. – с.22 – 23.

А.И.Евстигнеев (д-р техн. наук, профессор), В.В. Петров (д-р техн. наук, профессор), Э.А.Дмитриев (канд. техн. наук, доцент), А.В.Свиридов (аспирант), В.В.Куриный (канд. техн. наук, доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет)

Регенерация остатков суспензий, применяемых для получения оболочковых форм методом электрофореза

При получении оболочковых литейных форм методом электрофореза суспензия, находящаяся в электролизере, теряет свои свойства с течением времени, а также по мере увеличения суммарной массы осадка, образуемого в данной суспензии. В этом случае остатки суспензии из электролизера сливают и утилизируют.

С целью повышения эффективности использования высококачественного огнеупорного наполнителя, применяемого при приготовлении суспензии, исследовали возможность восстановления электрофоретических свойств утилизируемых остатков суспензий для их повторного использования.

В исследованиях сравнивали электрофоретические свойства восстановленных суспензий со свойствами свежих суспензий. При этом осадки наносили на металлические стержни при напряжении 60 В в течение 2 мин. Контролировали массу, влажность полученных оболочек и ток процесса.

Регенерации подвергали суспензию следующего

состава:

Вода, %	24 – 30
NaKMЦ, %	0,04 – 0,18
Глина, %	0,3 – 0,5
Огнеупорный наполнитель	остальное

В качестве огнеупорного наполнителя использовали кварцевый песок фракционного состава: 04 – 40%, 012 – 30%, 007 – 30%.

В ходе исследований были изучены два способа регенерации электрофоретических свойств суспензий.

В способе I остатки отработанных суспензий (одинакового исходного состава) собирают в емкость, сушат до остаточной влажности 0,5–1% и размалывают. В полученную смесь добавляют расчетное количество воды и перемешивают до получения однородной



Рис. 1. Зависимость массы оболочек, полученных методом электрофореза, от количества циклов регенерации суспензии

суспензии. Восстановленную таким образом суспензию можно дальше использовать для получения оболочек методом электрофореза. Данный способ регенерации целесообразно применять, когда изготовление оболочковых форм на производственном участке осуществляется нерегулярно. На рис. 1 представлена зависимость массы оболочек от количества циклов регенерации суспензии, из которого видно, что с увеличением количества циклов регенерации масса оболочек снижается, так после 4-х циклов регенерации выход осадка уменьшается на 24%, при этом снижается и качество осаждаемых на моделях оболочек. С увеличением циклов регенерации увеличивается влажность оболочек (рис. 2).

Причиной снижения массы оболочек и увеличения их влажности является, видимо, снижение концентрации электролита (NaKMЦ) в регенерируемых суспензиях, о чем свидетельствует представленная на рис. 3 зависимость тока от количества циклов регенерации суспензии.

Способ регенерации II электрофоретических свойств суспензий предназначен для поддержания исходных свойств суспензий при непрерывном изготовлении оболочковых форм. Сущность способа заключается в том, что при изготовлении оболочковых форм контролируют массу сформированных оболочек, что позволяет рассчитать необходимое количество компонентов для освежения отработанной суспензии. Технология регенерации путем освежения отработанной суспензии достаточно проста. Отработанную суспензию сливают в отдельную емкость, добавляют необходимое количество освежающих компонентов и пере-



Рис. 2. Зависимость влажности оболочек, полученных методом электрофореза, от количества циклов регенерации суспензии



Рис. 3. Зависимость тока при получении оболочек методом электрофореза от количества циклов регенерации суспензии

мешивают до получения однородного состава.

Исследования электрофоретических свойств регенерированных по способу II суспензий показали, что масса и влажность оболочковых форм, полученных методом электрофореза, мало зависят от количества циклов регенерации суспензии. Так, отклонения по массе получаемых из регенерированных суспензий оболочек составили в среднем 2–3%. Значения тока при электрофоретическом осаждении практически не изменялось с увеличением количества циклов регенерации суспензии по способу II.

Проведенные исследования регенерации суспензий показали, что при получении оболочковых форм методом электрофореза отработанные суспензии можно использовать повторно, значительно снижая расход высококачественных огнеупорных материалов, утилизируемых ранее вместе с отработанными суспензиями.

В.В.Иванов (д-р техн. наук, профессор, ГТУ, г. Комсомольск-на-Амуре), В.В.Зелинский (начальник цеха ОАО «КНААПО»), Г.В.Антонов (ГТУ, г. Комсомольск-на-Амуре)

Возможность снижения величины разреза в вакуумно-пленочных формах

Для технологии вакуумно-пленочной формовки получение качественных отливок – задача комплексная, и решать ее необходимо в системе «оснастка – форма (режимы ее вакуумирования) – отливка (ме-

талл)». Только при определенном соотношении технологических факторов, согласованных с конструктивными особенностями оснастки и оперативном регулировании рабочего процесса формовочной машины, воз-

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

можно изготовление качественных отливок, удовлетворяющих требованиям заказчика.

Достаточно широкий спектр опок, применяемых в практике данной технологии, заведомо предполагает различные их конструкции. При этом опоки, применяемые на автоматических формовочных линиях, размерами до 1000x1500 мм должны конструктивно отличаться от опок размерами до 6500x7000 мм [1], предназначенных для использования в мелкосерийном и единичном производстве.

Качество отливок, изготовляемых в вакуумно-пленочных формах, во многом зависит от величины разрежения в поровом пространстве песчаного наполнителя. Промышленные и экспериментальные исследования показали, что чем меньше разрежение в форме на этапе заливки, тем меньше процент брака отливок по механическому пригару, особенно, по газовой пористости и газовым раковинам [2]. Однако пониженная величина разрежения отрицательно сказывается на прочности формы. Так, по достижении некоторого минимально-достаточного уровня разрежения наполнитель (песок) под воздействием массовых сил или внешним воздействием может потерять свою устойчивость, и тогда форма изменит свою геометрию, что повлечет за собой естественный брак отливок. Поэтому возникает задача поиска не только некоторого оптимального значения разрежения, но и конструкций опок, позволяющих обоснованно уменьшать разрежение в форме без риска потери устойчивости ее песчаного наполнителя.

Из теории механики сыпучих грунтов [3, 4] известно, что любая горизонтальная площадка в грунте за массивной гладкой вертикальной стенкой с горизонтальной поверхностью засыпки испытывает только сжимающее напряжение (нормальное главное напряжение σ_1), равное весу столба свободно засыпанного грунта от поверхности до рассматриваемой площадки, то есть

$$\sigma_1 = \gamma y \cdot 1. \quad (1)$$

При этом боковое давление определяется из условия предельного равновесия для сыпучих грунтов вида:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (2)$$

Принимая во внимание выражение (1), можно записать:

$$\sigma_2 = \gamma y \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (3)$$

где γ – объемный вес песчаного наполнителя, y – глубина залегания рассматриваемого слоя под свободной поверхностью, φ – угол внутреннего трения. Знак «минус» в скобках соответствует активному давлению грунта на подпорную стенку.

Рассматривая действие песка, свободно засыпанного в опоку, на ее стенки и песка, находящегося на модельной плите (рис. 1, а), можно сказать, что максимальное давление стенки опоки будут испытывать на

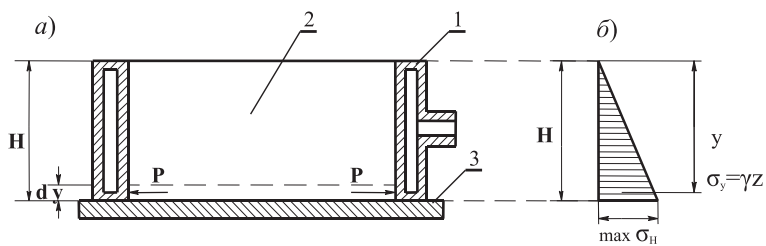


Рис. 1. Схема сил, действующих на стенки опоки со стороны песка, свободно засыпанного в нее (а) и эпюра распределения давлений (б): 1 – опока, 2 – формовочный песок, 3 – подмодельная плита

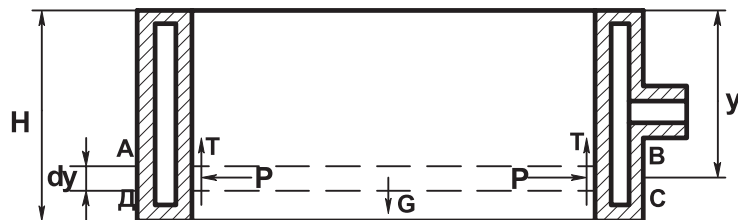


Рис. 2. Схема действия сил в элементарном слое при свободной засыпке

уровне лада, подчиняясь закону распределения бокового давления в сыпучих средах [3],

$$\sigma_y = \int_0^y \gamma_y dy, \quad \sigma_x = \sigma_z = \xi \sigma_y; \quad (4)$$

$$\tau_{zy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

где ξ – коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя.

Эпюра распределения давления свободно засыпанного песка на стенки опоки представлена на рис. 1, б.

Отбросим мысленно подмодельную плиту 3 и сделаем допущение, что элементарный слой песка толщиной dy сплошной и не изгибается под действием каких-либо нагрузок. В месте контакта рассматриваемого слоя со стенкой опоки, в случае его возможного перемещения (принцип Даламбера), возникнет удельная сила трения T (рис. 2), которую можно записать как

$$T = P f = \xi f \sigma_y dy \Pi, \quad (5)$$

где f – коэффициент трения песка о материал стенки опоки, Π – периметр опоки в свету.

Очевидно, слой ABCD будет находиться в состоянии равновесия, если будет выполняться условие:

$$T = \delta_n g dy F, \quad (6)$$

где δ_n – плотность наполнителя формы; F – площадь опоки в свету, g – ускорение силы тяжести.

При вертикальных стенках опоки величина силы трения в общем случае будет зависеть от нормального к этим стенкам давления P (рис.3, а).

В свою очередь, нормальное давление ($P = \sigma_2$) на стенку опоки со стороны песчаного наполнителя зависит от величины сжимающих напряжений σ_1 , действующих на горизонтальных гранях выделенного элементарного слоя, и может быть определено из выражения (3).

В случае изготовления вакуумно-пленочной формы происходит сложное формирование напряженного состояния ее песчаного наполнителя. При формировании этого состояния принимают участие как сжи-

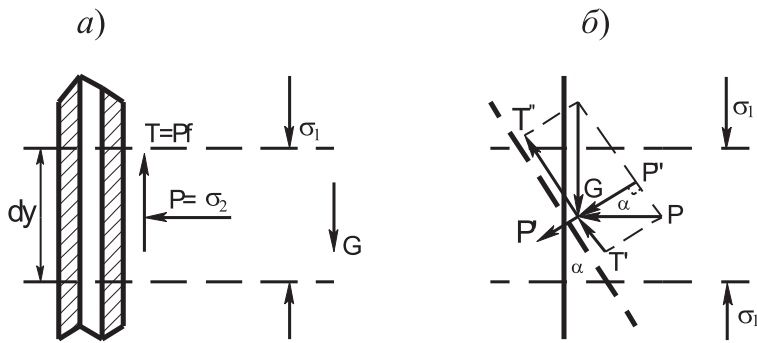


Рис. 3. Схема действия сил со стороны песка на стенку опоки в элементарном слое

мающие напряжения, действующие по ладу и контрладу формы, так и вес самого песка. Тогда становится понятным, что для удержания веса элементарного слоя песчаного наполнителя вакуумируемой формы в статическом состоянии, необходимо создать разрежение, которое обеспечило бы сжимающие напряжения σ_1 на горизонтальных гранях этого слоя такой величины, чтобы возникшие напряжения σ_2 сформировали силу трения T , способную удержать вес слоя на вертикальных стенках опоки. Заметим, что при вертикальных стенках опоки абсолютная величина силы трения должна иметь свое максимальное значение в каждом из отдельно рассматриваемых элементарных слоев.

Повернем стенку опоки вакуумно-пленочной формы на некоторый угол α относительно вертикальной плоскости (рис. 3, б) и рассмотрим действие выделенного слоя на эту стенку.

В момент создания разрежения на выделенный слой будут действовать сжимающие главные большие напряжения σ_1 . При этом в слое возникнут главные меньшие напряжения σ_2 , которые связаны между собой зависимостью [3]

$$\sigma_2 = \xi \sigma_1. \quad (7)$$

Тогда нормальным давлением на наклонную стенку опоки, со стороны действия σ_2 , будет ее составляющая в виде:

$$P' = P \cos \alpha = \sigma_2 \cos \alpha = \sigma_1 \xi \cos \alpha. \quad (8)$$

Касательная составляющая от действия $P = \sigma_2$, эквивалентная силе трения в паре «стенка опоки – боковая грань слоя», будет иметь вид:

$$T' = f P' = f \sigma_1 \xi \cos \alpha. \quad (9)$$

При наклонной стенке опоки, в отличие от вертикальной, вес элементарного слоя будет оказывать свое действие. Тогда его проекции на наклонную стенку можно записать:

– для нормальной составляющей:

$$P'' = G \sin \alpha = \gamma y \sin \alpha, \quad (10)$$

– для касательной составляющей:

$$T'' = f G \sin \alpha = f \gamma y \sin \alpha. \quad (11)$$

Складывая правые части выражений (9) и (11), получим суммарное действие касательных составляющих для рассматриваемого слоя от действия $P = \sigma_2$ и G ,

$$\Sigma T = T' + T'' = f \xi \sigma_1 \cos \alpha + f \gamma y \sin \alpha = f [\xi \sigma_1 \cos \alpha + \gamma y \sin \alpha]. \quad (12)$$

Численное сравнение значений сил трения, дей-

ствующих на вертикальных и наклонных стенках опоки, по выражению (12) при прочих равных условиях, показало, что для опок размерами 700x500x120 мм, в случае наклонной стенки (угол наклона 15°), значение силы трения больше в 3,2 раза, чем для той же опоки, но с вертикальными стенками.

В работах [5, 6] были показаны возможности определения минимально-достаточной величины разрежения в вакуумно-пленочных формах, построения кривых распределения напряжений по высоте этих форм в зависимости от величины разрежения, а также критерий прочности вакуумируемых форм. Результаты этих работ представлены

на рис. 4, где кривая BON – распределение сжимающих напряжений в песчаном наполнителе от атмосферного давления со стороны лада вакуумно-пленочной формы. Кривая СОК – распределение сжимающих напряжений в песке формы со стороны ее контрлада. Кривая LOM – эпюра распределения напряжений от веса песка в рассматриваемой форме. Примечательным является то, что по результатам расчетов точка О одновременно принадлежит всем трем кривым. Это дает основание предположить, что данная точка является характерной, а песчаный наполнитель формы будет находиться в состоянии равновесия, пока будет выполняться равенство:

$$\sigma_2 = \sigma'_2 \text{ в точке } O, \quad (13)$$

где σ_2 – главные меньшие напряжения, развиваемые в точке от действия веса песчаного наполнителя, а σ'_2 – напряжения в скелете песка в этой же точке, от сжимающего действия разницы давлений ДС (атмосферного и остаточного давления в поровом объеме наполнителя формы).

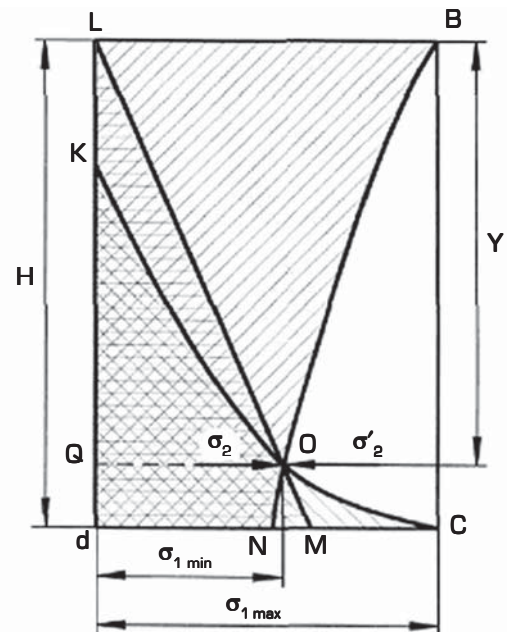


Рис. 4. Эпюры напряжений в песчаном наполнителе вакуумно-пленочной формы от действия его веса и сжимающего действия атмосферного давления при заданной величине разрежения

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

Анализируя эпюры напряжений на рис. 4, можно сказать, что до тех пор, пока точка O будет находиться на прямой ML, напряжения σ'_2 будут компенсировать действие напряжений σ_2 , и система будет находиться в равновесии.

Сравнение расчетных величин сил трения на вертикальной и наклонной стенках опоки показало, что элементарный слой, находящийся на глубине Y под свободным уровнем песка в опоке с наклонными стенками, будет находиться в состоянии равновесия при разрезании меньшем на 30%, чем в опоке с вертикальными стенками. При этом геометрию стенок опоки целесообразно изменять от середины ее высоты к ладу, так как с уменьшением величины разрезания ордината точки перегиба кривой распределения напряжений SOB также стремится к ладу опоки. Таким образом, изменяя геометрию внутренней стенки опоки (сделав ее наклонной или повторяющей экспоненциальную кривую участка CO), появляется возможность уменьшения значения разрезания в форме на этапе заливки ее расплавом.

Эксперименты и промышленное изготовление от-

ливок в вакуумно-пленочных формах показали, что чем меньше разрезание в поровом объеме песчаного наполнителя, тем меньше вероятность брака отливок по газовым дефектам. Так, уменьшение разрезания на 5 кПа снижает вероятность образования газовой пористости в отливках в среднем на 0,4 – 0,6%.

Список литературы

1. Буданов Е.Н. Выбор технологии изготовления стальных отливок для железнодорожного вагонного парка // Литейное производство. – 2004. – № 8. – С. 18.
2. Иванов В.В., Евстигнеев А.И., Марьин Б.Н., Якимов В.И., Зелинский В.В. Брак отливок, изготавливаемых в вакуумно-пленочных формах и меры по его предупреждению // Литейное производство. – 2005. – № 5. – С. 20 – 22.
3. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды / 3-е изд., доп. – М.: Физико-математическая литература, 1960. – С. 242.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов / 3-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 269 с.
5. Иванов В.В. Критерий оценки прочности вакуумно-пленочных форм // Литейное производство. – 1993. – № 10. – С. 22.
6. Иванов В.В. Особенности расчета прочности вакуумно-пленочных форм / Сб. науч. тр. «Совершенствование процессов формообразования в литейном производстве». – Комсомольск-на-Амуре, 1994. – С. 67.

**ЛИТЕЙЩИК
РОССИИ**

123557, Москва, Пресненский вал, д.14.

Тел./факс: (495) 253-50-91, (495) 253-71-95

E-mail: foundryral@mail.ru; foundryral@mtu-net.ru www.ruscastings.ru

Подписка на журнал «Литейщик России»

Стоимость подписки на 2008 г. (12 номеров) – 45 00 руб. (в том числе НДС 10%)

По всем вопросам обращайтесь в редакцию журнала. Наши банковские реквизиты:

Получатель – Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация литейщиков»,

ИНН 7703075210, КПП 770 301 001

р/с 40703810038170100235 в Краснопресненском ОСБ №1569/01664,

Сбербанк России, ОАО, г. Москва

корр.счет 30101810400000000225, БИК 044525225, КПП 770301001

Подписку на журнал Вы также можете оформить во всех отделениях связи:

Подписные индексы:

81628 – в каталоге Агентства «Роспечать»;

44156 – в объединенном каталоге «Пресса России» Агентства подписки и розницы (зеленый).

ПРОТИВОПРИГАРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПЕСЧАНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

Давыдов Н.И., Ребельский М.Б., Слепова Н.А.

«Информационно-справочное пособие». Электронная версия



Обобщен и систематизирован научный и практический материал в области противопригарных покрытий:

- рассмотрены свойства покрытий и методы их испытаний, в т.ч. для экспериментальных работ;
- изложены сведения об исходных материалах для покрытий;
- приведены марки, свойства, область применения промышленно выпускаемых покрытий;
- показаны примеры составов покрытий, изготавливаемых в условиях потребителя;
- освещены вопросы технологии приготовления (разведения), нанесения и отверждения покрытий;
- подробно рассмотрены причины возможных осложнений при работе с покрытиями;
- рассмотрены некоторые вопросы экономики применения покрытий и нормирования их расхода.

Данное пособие способствует правильному выбору и использованию противопригарных покрытий для различных условий применения.

Цена CD-Rom: 600 руб. Для подписчиков журнала «Литейщик России» – 400 руб.

Требования к программному обеспечению:

Microsoft Excel (версия 97 и старше)

Операционная система

Windows 98 / 2000 / XP

По вопросам приобретения CD-Rom просим обращаться по адресу:

Россия, 123557, Москва, Пресненский вал, 14

Российская ассоциация литейщиков

Тел./факс: 253-50-91, 253-39-41

e-mail: foundryral@mail.ru

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

Буданов Евгений Николаевич (к 50-летию со дня рождения)

16 марта 2008 г. исполнилось 50 лет со дня рождения кандидата технических наук, руководителя Научно-технического центра – представительства ведущих немецких производителей формовочного и стержневого автоматического литейного оборудования, постоянного автора статей, опубликованных в журнале «Литейщик России» **Евгения Николаевича Буданова**.

Е.Н.Буданов родился в г. Козельск, Калужской обл., откуда после окончания средней школы был призван в Советскую Армию. После службы в 1978 г. он поступил и окончил в 1984 г. очное отделение МВТУ им. Н.Э.Баумана по специальности «Машины и технология литейного производства». Уже во время обучения и при прохождении практики на заводах КАМАЗ, ГАЗ, «Станколит» и ряде других, тогда самых передовых, литейных производств Е.Н.Буданов занимался системным анализом и диагностикой работы автоматических формовочных линий. После окончания МВТУ им. Н.Э.Баумана он остался в очной аспирантуре и защитил кандидатскую диссертацию в 1989 г. по теме «Разработка системы автоматической простановки песчаных литейных стержней в литейные формы в условиях переналаживаемого производства отливок». Руководство кафедры в течение обучения в ВУЗе и аспирантуре привлекало Е.Н.Буданова к активному участию в научно-исследовательских работах, которые выполнялись по НИР для многих литейных предприятий по тематике оптимизации работы автоматических формовочных линий в рамках программ созданного при МВТУ им. Н.Э.Баумана НИИ. По результатам работы Е.Н.Будановым были получены 10 авторских свидетельств. Параллельно с работой над диссертацией он учился на вечернем «мехмате» МГУ, а также работал экспертом-патентоведом в институте патентной экспертизы (ВНИГПЭ) по тематике, связанной с изобретениями по оборудованию и способам изготовления литейных форм и стержней.

В 1989 г. Евгений Николаевич возглавил инжиниринговый Научно-технический центр, который с привлечением на условиях партнерства ведущих немецких производителей формовочного и стержневого автоматического литейного оборудования, успешно способствовал модернизации литейного производства многих ведущих заводов и цехов России и стран СНГ на базе инновационных технологий производства отливок и стержней (Сейатцу, Вакуум, Амин-процессы). За 19-летний период инжиниринговых работ центра были модернизированы более 50 литейных предприятий. Только с 2002 г. с участием Е.Н.Буданова, как представителя фирмы HWS-Sinto, выполнены крупные проекты и поставлены АФЛ по Сейатцу- и Вакуум-процессам на КамАЗ, УралАЗ, МТЗ, Луганский литейно-механический, Муромский арматурный, Машсталь (г. Пенза), Промлит (г.Чебоксары), Кировский завод, «Универсал» (г.Новокузнецк), Казцинкмаш и Востокманшзавод (г.Усть-Каменогорск), Сумской и Саранский Центролиты, Благовещенский арматурный завод и т.д.

С 1985 г. Евгений Николаевич автор статей, публикуемых в разных журналах, в том числе журнале «Литейщик России», по различным аспектам модернизации отечественного литейного производства, в которых аргументировано и доходчиво, с привлечением справочных материалов из иностранной и российской периодики, освещаются направления модернизации отечественного литейного производства с уче-



том особенностей и возможностей финансирования проектов модернизации литейного производства, тенденций развития литейных технологий, а также возможностей использования литейного машиностроения Германии для достижения новых качественных и потребительских свойств отливок как основы машиностроения. Особенно регулярно им освещаются и анализируются тенденции и перспективы развития производства автомобильных отливок в России с увязкой развития рынка и подъема российского автопрома. Полезным, по отзывам читателей журнала «Литейщик России», является подробное описание особенностей и рационального применения инновационных технологий для различных отраслей литейного производства.

Благодаря активной деятельности Евгения Николаевича и его коллег, работающих над внедрением на заводах России и СНГ комплексов изготовления стержней и стержневых пакетов фирмы Laempfe на базе технологии Cold-box-Amin, были получены наибольшие, по объему внедрения в РФ и СНГ, результаты.

Успеху в работе способствует высокая компетентность Евгения Николаевича как специалиста при подготовке совместного с заинтересованными предприятиями решения для подписания контрактов и предложений. Е.Н.Буданова отличает высокая степень внимания и ответственности при выполнении договорных условий и обязательств перед клиентами и заказчиками, с которыми он работает.

Коллектив Научно-технического центра, коллеги, друзья, Исполком РАЛ, Редакционно-издательский совет журнала «Литейщик России» поздравляют Евгения Николаевича с юбилеем и желают здоровья, счастья в личной жизни и успехов в интересной и полезной работе по модернизации литейного производства на основе новейших техпроцессов и оборудования.

ООО «ФОРМОМАТТЕХ»
ОАО «ЮРГИНСКИЕ АБРАЗИВЫ»

Предлагаем противопопригарные покрытия **водные (ТУ 4191-002-58042351-08) и самовысыхающие (ТУ 4191-001-58042351-07)**, выпускаемые в виде порошкообразных композиций, которые содержат наполнитель, связующее, суспензирующий компонент, технологические добавки.

Марки покрытий

Марки		Наполнитель	Область применения
Водные	Самовысыхающие		
ГС-1А	ПОВИЛАК-Г	Графит	Чугунные отливки
ЭГС-1	-	Электрокорунд, графит	
-	ПОВИЛАК-ГД	Графит, дистен-силлиманит	
ЦГС-1	-	Циркон, графит	
ЭС-1А	ПОВИЛАК-К	Электрокорунд	Отливки из легированной и углеродистой стали
ЦС-1А	ПОВИЛАК-Ц	Циркон	
ДС-1А	ПОВИЛАК-Д	Дистен-силлиманит	Отливки из углеродистой стали
-	ПОВИЛАК-Т	Тальк	Отливки из цветных сплавов

Водные композиции легко разводятся в воде, а самовысыхающие в изопропиловом спирте. Для получения суспензий необходимой консистенции можно использовать лопастную мешалку (не обязательно быстроходную). Длительность разведения около 60 мин.

Покрытия предназначены для окраски песчаных форм и стержней; самовысыхающие – преимущественно для холоднотвердеющих смесей (ХТС).

Водное покрытие отверждают при тепловой сушке, самовысыхающее – при естественном проявлении (тепловая сушка не требуется).

Отвержденный слой имеет прочность к истиранию не менее 1,5 кг/мм.

Время отверждения самовысыхающих покрытий – 40-60 мин.

Упаковка: мешкотара или бигбэги типа «Биг-Бег». Отгрузка со склада ОАО «ЮРГИНСКИЕ АБРАЗИВЫ» (контейнерная и самовывоз). Возможна отгрузка (самовывозом) со склада в Московской обл.

**По вопросам приобретения покрытий обращайтесь по тел./факс: (495) 253-39-41
ООО «Формоматтех», 127051, Москва, Большой Каретный пер., д.24/12, стр. 1**

На ООО «Оргсинтез», при участии ОАО «НИИЛИТМАШ», организовано производство отвердителя жидкого литейного марки ОЖЛ-75, раствора бензолсульфокислоты (БСК) ТУ2471-004-77057039-2006.

Отвердитель обеспечивает быстрое отверждение ХТС в холодной оснастке и высокую прочность стержней и форм при минимальных расходах смол ФФ-65С, КФ-65С.

По каталитической активности предлагаемый отвердитель не уступает лучшим образцам импортных отвердителей фирм «Хюттенес-Альбертус» (Германия), «ФОСЕКО» (Англия) и др.

Благодаря специальной добавке температура замерзания отвердителя находится ниже -30°C, что делает его удобным для применения в зимнее время.

Упаковка отвердителя производится в бочки из высокоплотного полиэтилена вместимостью от 50 до 200 литров.

Поставка самовывозом, возможна доставка.

**301653, г. Новомосковск, Тульская обл., Комсомольское шоссе, 72.
Тел.: (48762) 2-11-73, 2-11-72, факс: (48762) 2-11-86.**



Российская ассоциация литейщиков (РАЛ) приглашает Вас принять участие в выставке «Металлургия-Литмаш 2008» на коллективном стенде РАЛ. Выставка состоится в Москве на **ВК «Красная Пресня» с 27 по 30 мая 2008 г.**

Основные показатели, составляющие стоимость участия:

1. Стоимость 1 м² оборудованной выставочной площади – 7100 руб.
В стоимость входят: ковровое покрытие, стеновые панели, светильники, фризровая панель с надписью, 1 подиум, стулья (2 шт. на 6 м²), корзина для мусора, услуги обслуживающего персонала выставки, охрана и уборка территории, постоянные пропуска на выставку (1 пропуск на 6 м²) и одно приглашение на вечерний прием по случаю открытия выставки.
2. Обязательное страхование выставочной площади – 85 руб. за 1 м².
3. Регистрационный взнос (в случае выделения организации отдельной площади с надписью на фризе и размещением в каталоге) – 7900 руб.
4. Подключение к источнику электропитания 220В, до 5 кВт – 3600 руб.
5. Размещение текста в каталоге выставки – 3,6 руб. за 1 знак.

6. Услуги ассоциации – 250 руб. за 1 м² арендуемой площади.
Другое оборудование можно заказать дополнительно.

Второстепенные показатели:

1. Размещение логотипа на фризе стенда (ч/б) – 1200 руб.
2. Дополнительные постоянные пропуска на выставку – 1200 руб. за 1 пропуск.
3. Установка телефона – 14700 руб.
4. Пропуск на одну машину для постоянного въезда на территорию выставки – 8000 руб.

Заявки на участие в выставке на коллективном стенде РАЛ просим подавать до 30 марта 2008 г. Тел./факс: (495) 253-50-91, 253-71-95.

После подачи заявки будет заключен договор с Вашей организацией.

Цены указаны без учета НДС. Возможны скидки до 7%.

Международная специализированная выставка

«Формы. Пресс-формы. Штампы»

ROSMOULD

Основные направления выставки:

- Дизайн и проектирование изделий
- Моделирование, прототипирование
- CAD/CAM/CAE/PDM программные продукты
- Производство форм, пресс-форм
- Производство штампов
- Металлы, сплавы, композиты
- Металлообрабатывающее оборудование
- Режущий и измерительный инструмент
- Формообразующая специальная оснастка
- Периферийная оснастка, роботы и др.
- Средства автоматизации и контроля качества
- Нормализованные компоненты, узлы, детали
- Инновационные разработки и проекты



Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

17-19 июня 2008

Информационная поддержка



В рамках выставки пройдет важное событие для отрасли —

«Международный Инструментальный Саммит»

Организатор: ООО «ЭКСПО-МОЛД». Тел./факс: (495) 131 4801, (495) 131 4774, e-mail: info@rosmould.ru www.rosmould.ru