

У ПРОГРЕССА ЕСТЬ ТОЛЬКО НАЧАЛО...

*Александр ЗУЕВ, инженер,
председатель Центрального правления ОО «БОИМ»*

Этой истории уже более сорока лет. Пора бы в архив! Но она разворачивается по сей день, и, как мне кажется, по спирали Архимеда. В нашем журнале № 1-2 я обещал рассказать о ней.

Началась она в 1956 году на Минском мотовелозаводе. Создавался литейный цех, шло освоение технологических процессов точного стального и цветного литья. В основном копировались разработки российских предприятий: московских, ногинских, ленинградских.

Из-за недостатка опытных кадров освоение шло трудно. Много отливок попадало в брак. Нарушалась ритмичность работы механообрабатывающих и сборочных цехов. Литейщиков постоянно “разили” “молниями”, которые вывешивались у проходной завода, а рабочие моторного цеха на своем собрании приняли обращение к администрации завода привлечь специалистов литейного цеха к строгой ответственности, вплоть до уголовной.

Трудности литейщиков усугублялись еще и тем, что в борьбе за экономию заводу выделили фонды не на первичные алюминиевые сплавы, с которыми работали российские литейщики, а вторичные, дешевые, со значительным содержанием примесей, ухудшавших литейные качества сплавов.

Основная масса претензий предъявлялась мне, как техно-

логу участка цветного литья. Доказать, что брак идет из-за нарушений технологии у меня не было достаточных оснований. Даже самые лучшие наши литейщики не обеспечивали высокого качества отливок. Я пересмотрел все, что было в арсенале заводской технической библиотеки, записался в Ленинскую. Но каких-то готовых рецептов не нашел.

Пришлось завести журнал, в котором я анализировал виды брака отливок каждого литейщика. И вот появились интересные данные. В отливках, полученных в третью смену, дефектов было значительно меньше. Третья ночная смена, как известно, давала больше возможности не соблюдать технологию, так как кроме сменного мастера на участке не было других ИТР. Пришлось выяснить, в чем дело. Ларчик просто открывался. Литейщики “одалживали” на участке отливки поршней первичный силумин, идущий на приготовление лигатуры. Это значительно повышало литейные свойства вторичного сплава (по тогдашним ГОСТам – АЛ10В) и, естественно, качество отливок. Чтобы не допустить нарушения химического состава сплава, который контролировался по пробам, взятым из плавильной печи, литейщики опускали силумин прямо в раздаточную печь, размещивая его в расплаве АЛ10В. Чтобы выполнить сменное задание, у литейщика не оставалось времени дождаться полного рас-

плавления силумина, и заливка производилась расплавом в полужидком состоянии. Итак, два фактора: добавка силумина повышает жидкотекучесть (на что и делали главную ставку нарушители) и, с другой стороны, заливка производилась вопреки утвержденной технологии при резко пониженной температуре.

О своих наблюдениях я доложил руководству цеха, главному металлургу Т.Я. Менжинской. Как и следовало ожидать, она заявила, что силумина дополнительно заводу не дадут, а с нарушителями техпроцесса поручили мне провести техучебу и разъяснительную работу.

Каждому литейщику известно правило: плавь горячей, заливай холодней. Это оберегает отливку от усадочных дефектов. Но с падением температуры падает и жидкотекучесть сплава – появляются недоливы. До этого случая мы пробовали охлаждать заливаемый расплав в камере сжатия машины литья под давлением. Но корка затвердевающего сплава у стенок камеры создавала непреодолимое сопротивление прессующему механизму машины: форма оказывалась незаполненной. Следовательно, надо было охлаждать сплав до подачи его в камеру сжатия машины!

Лишившись доступа к силумину, я попросил литейщиков В. Ходоренко, В. Ворон-

цова, К. Дрозда, В. Рогаткина изготовить несколько партий отливок с охлаждением расплава в раздаточной печи заготовками из сплава АЛ-10В. Анализ результатов отработанной партии был аналогичен тем, где использовался силумин.

Однако сходу внедрить новую технологию было нельзя, не изменив техпроцесс в установленном порядке. У нас не было данных эксплуатационных испытаний. Форму заполняли, как кто-то образно заметил “кашей”, состоящей из разрозненных частиц. Появились толки, суждения, запросы к видимым союзным литейным авторитетам. От них ничего, кроме сомнений, не получили. Обсудив ситуацию, мы с начальником техчасти цеха Савицким П.П., старшим мастером Вайнером Л.М. взяли на себя риск и ответственность продолжить эксперимент.

К 1958 году были получены необходимые эксплуатационные данные о деталях, изготовленных по новой технологии, и проведены лабораторные испытания механических свойств, а позже и металлографические исследования. Они подтвердили жизнеспособность нового техпроцесса, его высокую эффективность и не только для повышения плотности и прочности отливок. В результате отпала трудоемкая операция пропитки отливок бакелитовым лаком, а также и ряд вспомогательных операций.

Низкотемпературный режим заполнения формы позволил резко повысить стойкость прессформ и тиглей раздаточных печей, уменьшить время на охлаждение форм, что вкупе со снижением брака обеспечило значительное повышение производительности труда литейщиков. Сократились расхо-

ды энергии на плавку, так как в плавильной печи готовится только около 60 процентов расплава, а остальная часть в виде литников, пресс-остатков и заготовок поступает в раздаточную печь для доведения расплава до твердого состояния (“каши”).

Находясь еще под прессом чужих и своих сомнений, мы не могли уяснить, что был создан новый патентоспособный процесс, занимающий промежуточное положение между литьем и прессованием металла.

Заполнение формы сплавом, состоящим частично из жидкости и частично из твердых кристаллов, т.е. находящимся в состоянии, близком к пластическому, отличается от заполнения ее жидким расплавом. “Каша” в силу своей вязкости и достаточной подвижности за счет скольжения твердых частиц в жидкой фазе заполняет форму медленно, вытесняя из нее воздух и газы, уменьшая вероятность образования газовых раковин и недоливов. Температурный интервал кристаллизации сплава в форме сводится к минимуму, что избавляет отливку от усачных раковин.

Новый процесс открывал дорогу для эффективного использования в производстве отливок из нетехнологичных для литья сплавов с широким интервалом кристаллизации, значительным содержанием примесей, т.е. вторичным сплавом.

Механические испытания, химические и металлографические исследования, проведенные с участием инженеров Кривошеевой М.А., Мурашкиной Л.С., Жданюка К.И., позволили определить зависимости прочности и плотности металла отливки от температуры заливки и удельного давления прессования. Прочность образцов достигала 19,3 кг/мм², при

температуре “каши” 540°C, удельной величине прессования 570 кг/см³ и скорости впуска около 12 м/с. Плотность отливок при этом составляла 2,5 г/см³, при температуре заливки 720°C она равнялась только 1,9 г/см³.

Наличие в “каше” твердой и жидкой фаз предопределяло ее химическую неоднородность. При этом по мере выбора металла из раздаточного тигля специальной лопаткой (разливка ковшем оказалась ненужной) в тигель стекала легкоплавкая фаза, концентрация элементов в которой могла бы выйти за пределы, обусловленные ГОСТом. Вследствие замедленной диффузии элементов в “каше” создавались условия их неравномерного распределения в теле отливки. Химическим и металлографическим анализом было установлено, что основной компонент сплава – кремний – имеет незначительный разброс концентрации по сечению образца за время выбора металла из тигля. У меди наблюдалось некоторое уменьшение концентрации, а у магния, марганца и железа – ее повышение. Последние два элемента имели возможность переходить в “кашу” из стенок чугунного тигля, а магний накапливался вместе со стеканием в тигель жидкой фазы. Механическая прочность образцов из первых и последних порций “каши” различалась от 15 до 13 кг/мм², что однако не выходило за пределы ГОСТа.

Результаты эксперимента я опубликовал в 1958 году в заводской газете “Мотовелозаводец”, в 1959 – в журнале “Промышленность Белоруссии”, в 1960 – в союзном журнале “Литейное производство”. Доктор

технических наук А.К. Белопухов из Москвы в монографии "Технологические режимы литья под давлением" (М., 1967) уделил внимание результатам нашего эксперимента. Позже он специально приезжал в Минск, детально ознакомился с особенностями нового процесса. Наше сотрудничество продолжалось до его преждевременной смерти.

К 1965 году "каша" была внедрена на Минском моторном, Могилевском заводе "Электродвигатель" и других предприятиях союза. Скажу, что скептиков к тому времени еще оставалось немало. В 1973 году на 40-м Международном конгрессе литейщиков в Москве М. Флеминг и Р. Мехрабиан (США) сделали доклад "Литье полутвердого металла, основные предпосылки".

Я не присутствовал на конгрессе и не смею утверждать, были ли известны докладчикам наши публикации, хотя в США анализ советских изданий велся систематически и скрупулезно. Скажу только, что благодаря образцово проведенным лабораторным опытам и промышленным испытаниям, американцы определили конкретные характеристики сплавов, находящихся в твердо-жидком состоянии и подтвердили, что при энергичном перемешивании у частично закристаллизованного сплава могут быть сохранены свойства жидкости до доли твердого, равной примерно 0,5.

Чем более энергично проводят перемешивание, тем в большей степени твердо-жидкий сплав обладает свойствами жидкости. Подобным твердо-жидким сплавам можно придавать форму с помощью различных методов литья,

включая литье под низким и высоким давлением. Такой метод литья авторы назвали реолитьем. И второй их важный вывод: если перемешивание частично закристаллизованного сплава прекратить, например, при доле твердого 0,5, то кажущаяся вязкость поднимается до очень высокой величины, несмотря на то, что доля твердого остается постоянной. На практике вязкость становится настолько высокой, что материал ведет себя как твердое тело. Однако, если снова провести его значительную сдвиговую деформацию, то материал проявляет свойства, подобные жидкости. Таким образом, с помощью реолитья можно изготовить "заготовки" металла, позволить им затем приобрести свойства твердого тела, и после этого при заданной доле твердого использовать в качестве загрузки, например, в литейную машину под давлением. Когда заготовки подаются в питатель, их снова деформируют сдвигом, они приобретают свойства, подобные жидкости, и равномерно текут, заполняя полость формы. Этот процесс авторы назвали тиксолитьем. Промышленные опыты, показывающие осуществимость этого процесса, были также успешны.

Полагаю, что доклад американцев послужил толчком к активизации работ по внедрению нового процесса и дальнейшему изучению его особенностей.

В марте 1977 года я получил официальное приглашение от заместителя начальника отдела научно-исследовательских работ МВТУ им. Баумана О.М. Косичкина принять участие в работе семинара по литью под давлением сплавов в твердо-жидком состоянии и выступить с докладом "История возникновения и развитие процесса". Семинар состоялся 27 июня 1977 года в

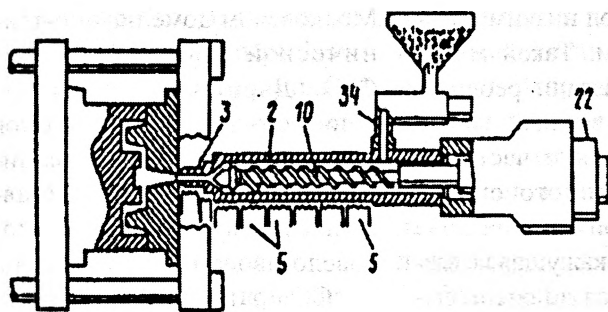
Московском доме научно-технической пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского. Пришлось сожалеть, что я не смог прибыть на семинар. С нашими тезисами выступил главный металлург Минского мотовелозавода П.П. Савицкий.

Обзор печати свидетельствовал, что подобные семинары и конференции были проведены в других странах, а процесс начали использовать ряд зарубежных фирм Германии, Англии, США, Италии, Франции, Японии, Швейцарии и др.

Обзор печати свидетельствует и о том, что для более эффективного использования нового процесса началось создаваться соответствующее литейное оборудование: устройства для приготовления полужидкого сплава, механизированной подачи его в камеру прессования. Для "тиксолитья" разрабатываются установки для получения мерных заготовок из кашеобразного состава и нагрева их в камере прессования литейной машины.

В Англии, например, такие заготовки начали получать на установке полунепрерывного литья с электромагнитным перемешиванием твердо-жидкого состава в кристаллизаторе с дальнейшим разрезом штанги на мерные отрезки.

В Японии запатентованы: машина для литья под давлением, в камере сжатия которой мерные заготовки сплошным электромагнитным полем доводятся до полужидкого состояния, а также литейная установка (см. рис.), имеющая герметизированный желоб 2, входящий в него винтовой питатель 10, приводимый во вращение от привода 22 и форма, соединенная с желобом 2 камерой прессования 3. Измельченная шихта поступает в желоб 2 че-



рез загрузочное устройство 34 и при вращении винта 10 движется в направлении к форме. Усилия, связанные с дальнейшим измельчением шихты, трения ее о стенки желоба 2 и поверхностью винта приводят к нагреву шихты. Дополнительный внешний нагрев от горелок 5 приводит к размягче-

Вторым направлением развития процесса литья в твердо-жидком состоянии является применение его для сплавов с высокой температурой плавления, например, на основе железа и меди.

Чтобы у читателя не сложилось мнение об этой статье, как о рассказе автора о юношеских

нию и к расплавлению шихты. Расплав через камеру прессования 3 поступает в пресс-форму машины литья под давлением.

“подвигах” его и его соратников, хочу обратить внимание наших инженеров, и на данном этапе, прежде всего, механиков, теплотехников, гидравликов, что в нашей республике остается широкое поле деятельности для дальнейшего совершенствования описанного процесса.

В наших литейных цехах еще много ручного труда, сильная загазованность, неблагоприятный температурный режим. Разработка и внедрение средств механизации и автоматизации позволят решить эти проблемы.

Семинары

ВНИМАНИЕ: ВЫСОКАЯ ОПАСНОСТЬ

Общество инженеров-механиков ставит своей целью способствовать не только научно-техническому прогрессу путем внедрения новых технологических разработок, но и умелому использованию действующего технического потенциала. Это особо важно в условиях экономического кризиса, когда замедлено обновление производственных фондов.

Мы начали с наиболее животрепещущей темы, затрагивающей экономику, экологию и безопасность — это объекты повышенной опасности. При работе с ними, при их обслуживании неизменным должен быть девиз: внимание — высокая опасность!

По заказу БОИМ разработаны и изданы пособия в помощь персоналу, обслуживающему котельные установки, трубопроводы, сосуды, работающие под давлением. В печати находятся пособия по компрессорам, по контрольно-регулирующей аппаратуре, по устранению неисправностей потенциально опасного оборудования. Они помогут более глубокому осмыслению правил эксплуатации этого оборудования.

Отводится этой теме значительное место и в нашем журнале “Инженер-механик”. При этом мы ставим целью на его страницах перед очередным семинаром изложить хотя бы в общих чертах тему, чтобы участники предстоящего мероприятия более рельефно могли уяснить суть вопроса.

Полагаю, что такой подход делает наши семинары более эффективными.

В дальнейшем мы намереваемся затронуть и другие темы, касающиеся повышения надежности

и долговечности выпускаемой продукции, создания новых конструкций и технологий. В этом деле мы хотели бы опереться на инженерно-технические силы наших предприятий и организаций, привлечь их к активному участию в издании журнала “Инженер-механик”. По опыту известно, что на каждом предприятии есть что-то особенное, заслуживающее внимание других.

На первом нашем семинаре было сообщение руководства госпредприятия “Белкотлоочистка”, о деятельности которого многие присутствовавшие не знали. После семинара поток заявок на проведение работ резко возрос. Это еще одно подтверждение того, что информация сегодня — огромная движущая сила. Надо ее умело использовать.

Третий наш семинар — это продолжение разговора о самой распространенной и потенциально-опасной номенклатуре промышленных систем и изделий.

От правильного использования котельных установок, трубопроводных систем, сосудов, работающих под давлением, не только во многом зависит наше экономическое благополучие, комфортные условия проживания, но зачастую и наше здоровье, жизнь.

Учитывая, что технологический уровень специалистов наших предприятий и организаций достаточно высок, мы строили программу семинара таким образом, чтобы углубить теоретические основы рассматриваемой темы, подкрепив ее практическими выкладками.

(Ниже публикуются отдельные доклады участников семинара).