

Сталь с новой начинкой

Академик П.Л. Капица как-то сетовал, что проблема научного создания новых сплавов с заданными свойствами еще не разрешена. Однако ученый верил, что многокомпонентные сплавы могут быть найдены случайно, но, вероятнее всего, «интуитивным нюхом» талантливому ученому. Впрочем, он был также убежден, что помочь в этом деле сможет не только интуиция, но и некие пока еще не раскрытые закономерности.

Справедливости ради стоит сказать, что в последнее время инновации белорусских ученых переносят нас в будущее, которое предсказывал российский академик, благодаря все новым и новым материалам и технологиям литья. Отлично получается это у исследователей из Физико-технического института и Объединенного института машиностроения НАН Беларуси. Новаторы уже апробировали и внедрили на предприятиях машиностроительной и металлургической отрасли не одно свое изобретение. Особо востребованными оказались инновации, касающиеся разработки новых сталей для зубчатых колес тракторной техники и литой штамповой оснастки, на Минском тракторном заводе.

РЕВОЛЮЦИЯ В ОБЛАСТИ СПЛАВОВ

Несмотря на то что после лихих 1990-х канула в небытие обоснованная и хорошо отработанная на промышленных гигантах Советского Союза система научно-исследовательских центров, которые служили важным связующим звеном между наукой и производством, сотрудничество ученых и производственников продолжилось. Пройден период, когда масштабы взаимодействия практически сошли на нет, а потом медленно возрождались. Пришло понимание того, что современный рынок, где правят бал высокие технологии, без планомерного внедрения инноваций не завоеешь, да и востребованную качественную продукцию не создашь. Закупать готовое иностранное оборудование тоже не панацея. Тем более что в нагрузку к зарубежному станку нередко втридорога прилагалась «техинструкция», предусматривавшая закупку износившихся деталей и сервисное обслуживание со стороны продавца.

Инновации ученых Физико-технического института НАН Беларуси, основанные на фундаментальных знаниях о внутреннем строении сплавов и металлов, не стали менее востребованы в металлургической и машиностроительной отрасли нашей страны и в кризисные годы перестройки. Новые материалы, сплавы, модификаторы... Но без научно-исследовательских центров, где изобретения металловедов могли пройти, так сказать, первую обкатку, путь к производителю стал более проблематичным, если не сказать, что совсем тернистым.

– Изыскивая возможность практического применения накопленных нами знаний в области металловедения, мы пробовали создавать небольшие опытно-производственные участки у себя в институте. Удачный пример в этом плане – наше Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Каваль», – рассказывает заведующая лабораторией специальных сплавов и технологий Физико-технического института НАН Беларуси кандидат технических наук Лариса Дудецкая. – Но металлургия – это область, где практическое применение новаций изначально ориентировано на производственные масштабы, качественное оборудование для литья металлов, а значит, и апробация возможна только в крупных производственных цехах. Так рождались наши дружеские отношения и с Минским автомобильным заводом, Минским тракторным заводом, Бобруйским машиностроительным заводом.

С 2005 года наша лаборатория вышла на более тесное сотрудничество со специалистами тракторного завода. Объединила нас совместная работа в рамках Государственной научно-технической программы «Ресурсосбережение-2015».

Одно из направлений научно-исследовательской работы ученых ФТИ – жаростойкие стали. О том, как состав металла влияет на удешевление процессов литья и экономию ресурсов, не понаслышке знает

ведущий научный сотрудник лаборатории специальных сплавов и технологий ФТИ НАН Беларуси кандидат технических наук Георгий Горецкий:

– Разрабатываемые стали и поддоны из них идут скорее как вспомогательный материал для сталелитейного производства, например, на МТЗ или МАЗе, – поясняет исследователь. – На поддонах в печах во время термообработки детали нагревают до температуры 800–1000 °С и только потом подвергают закалке или нормализации. Но если деталь однократно проходит путь через печь, то поддоны в таких условиях должны работать не менее года. Однако на практике чаще всего они не выдерживают и двух-трех месяцев. Традиционно поддоны изготавливают из стали 35Х18Н24С2Л, в которой присутствует около 25 % никеля. На МАЗе для тех же целей используют 35 % никеля, который имеет стоимость порядка 40 тыс. долларов за тонну.

Изучая свойства стали на фундаментальном уровне, ученые пришли к пониманию того, что содержание никеля можно, в принципе, сократить без потери эксплуатационной стойкости оснастки для термических печей. И разработали состав, где предложили использовать сталь с добавкой не более 17 % никеля.

– Новая сталь получается дешевле на 7 %, это тоже существенно, но думаю, что можно еще поработать с подбором других элементов, – высказал свое мнение на этот счет создатель жаростойких литейных сплавов Г. Горецкий. – Другое дело, что потом же при изготовлении поддонов главный металлург завода должен дать добро на обновление документации, чтобы ОТК не забраковало новый состав стали. Надеемся, что в перспективе оснастка термических печей, изготовленная из стали нового состава, будет использована в полной мере.

Возможно, что в ближайшее время на такие разумные рационализаторские идеи ученых обратят более пристальное внимание именно на МТЗ, ведь на этом предприятии уже получил зеленый свет целый ряд инноваций ученых ФТИ. В том числе и одна из лучших идей в области получения наследственно мелкозернистых, экономнолегированных цементуемых сталей для зубчатых колес трансмиссии трактора. Раз-

работчики предрекают своему новшеству большое будущее.

– Понимая, что любое удорожание вызовет сильное сопротивление со стороны конструкторов завода, мы решили поискать аналог используемой, но достаточно дорогостоящей стали марки 20ХН3А, из которой традиционно изготавливают зубчатые колеса, – рассказала Лариса Дудецкая. – После пристального изучения установили, что есть в природе один элемент, который ока-



Процесс изготовления зубчатых колес из новой стали на МТЗ

зывает существенное воздействие на свойства конструкционных и штамповых сталей при весьма незначительных добавках. Им оказался ниобий. В компонентном составе сплавов его все чаще начинают применять для придания им некоторых особых свойств. Стали с ниобием востребованы также в трубoproкатном производстве. Удалось выяснить, что всего лишь сотые доли процента ниобия очень сильно меняют свойства стали, причем именно те, в которых мы более всего заинтересованы. Во-первых, повышается предел текучести, который влияет на долговечность изделий. Во-вторых, как мы выяснили, ниобий очень сильно измельчает аустенитное зерно. При этом сохраняются также на высоком уровне другие важные свойства стали – вязкость, сопротивление удару, предел выносливости. Вдобавок ко всему сказанному важным, на наш взгляд, является и ценовой фактор – сталь будет почти в 2 раза дешевле.

В настоящее время с участием ученых Объединенного института машиностроения НАН Беларуси и работников Минского

тракторного завода изготавливаются опытные партии зубчатых колес и технологической штамповой оснастки из новых сталей 20ХГНМБ и 5ХНМБЛ, разрабатываются технологические режимы их обработки, обеспечивающие максимальную эффективность от применения в производстве. При этом используются новые подходы к прогнозированию долговечности изделий из новых сталей, основанные на данных, полученных при изучении определенных структурных показателей и свойств, предложенные коллегами из ОИМ НАН Беларуси под руководством кандидата технических наук Сергея Руденко. После завершения исследований планируем выплавить новую сталь на Белорусском металлургическом заводе и провести ее полномасштабные испытания при изготовлении зубчатых колес трансмиссии трактора «Беларус».

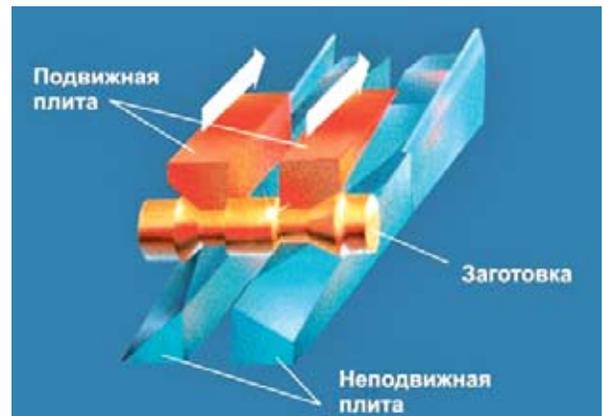
Активную поддержку нашим работам мы уже на данном этапе ощущаем со стороны МТЗ. Подспорьем здесь стало многолетнее и плодотворное сотрудничество. Не один год наши идеи обращают на себя внимание технического директора МТЗ И.В. Емельяновича. Он и сам во многом является новатором, постоянно изучает мировые технологические новинки, стремится внедрять на производстве наиболее перспективные изобретения. И.В. Емельянович, кстати, предусмотрел следующий революционный шаг по использованию свойств новой упрочненной стали – создать универсальную коробку передач для нескольких моделей тракторов. По его мнению, благодаря своей прочности зубчатые колеса, изготовленные из стали с ниобием, могут обеспечить ходовую часть для целого ряда энергонасыщенных машин.

Как видим, инновационный подход к решению производственных задач на МТЗ оправдывает себя сегодня и дает надежду на проведение более масштабных совместных с учеными ФТИ НАН Беларуси работ в будущем. Ответственность за результат тут одинаково высока как для ученых, так и для технических специалистов тракторного завода. Поэтому разработчики считают, что большим подспорьем на пути взаимовыгодного сотрудничества стало бы создание совместной хорошо оснащенной лаборатории, где творческий коллектив из сотрудников Физико-технического института и радио-

нализаторов Минского тракторного завода смог бы достаточно быстро реализовывать совместные новаторские идеи.

ПОВОККИ ОТ «КАВАЛЯ»

Вот уже два десятилетия при Физико-техническом институте НАН Беларуси на базе лаборатории поперечно-клиновой прокатки успешно функционирует НП РУП «Каваль», которое осуществляет заказы бе-



Поперечно-клиновая прокатка

лорусских предприятий. С 2003 года существенно упрочились контакты сотрудников предприятия с техническими специалистами Минского тракторного завода. Совместно они занялись разработкой технологии прокатки метизных деталей, которые идут на изготовление кабины трактора. А когда увидели, что дело пошло, обратились в Белорусский инновационный фонд за поддержкой и получили финансирование под свой перспективный проект.

– И буквально через два года мы были уже готовы к производству деталей, – рассказывает директор НП РУП «Каваль», заведующий лабораторией прокатки ФТИ НАН Беларуси кандидат технических наук Александр Давидович. – В 2006 году заключили прямой договор с производственным объединением «МТЗ», и тогда же, собственно говоря, началось внедрение новинок. Впоследствии, когда МТЗ стал укрупнять производство, расширился соответственно и объем продукции, выпускаемой на НП РУП «Каваль» специально для нужд завода.

Открытие нового проекта при поддержке Белорусского инновационного фонда позволило этому небольшому предприятию

на базе своего научно-производственного участка запустить уже две линии поперечно-клиновой прокатки и запланировать дальнейшее расширение ассортимента деталей. Все это в совокупности помогло выйти на объем заказов свыше миллиона деталей в год. Теперь предприятия-заказчики получают поковку, которая после дальнейшей обработки в заводских условиях – нитроцементации и закаливанию – превращается в готовое изделие. В перспективе НП РУП «Каваль» планирует изготавливать конечную продукцию у себя на производстве, что позволит значительно активнее привлекать покупателя, предлагая конкурентоспособную продукцию, что называется, из первых рук. Определенную надежду на выполнение поставленных задач внушают последние разработки зарубежных ученых, которые свидетельствуют, что при достаточно высоких скоростях охлаждения можно получить такие же свойства низкоуглеродного металла, как и при нитроцементации и последующей закалке. НП РУП «Каваль» собирается апробировать данный инновационный технологический подход.

Лаборатория поперечно-клиновой прокатки Физико-технического института, на базе которого функционирует предприятие, разработала специализированное оборудование для получения деталей сельхозмашин. Ученые предложили и инновационную технологию поперечной и продольной прокатки, которая формирует лезвия на деталях со стальными лемешно-отвальными поверхностями. Причем оборудование является универсальным. Это позволяет не только расширять ассортимент изготавливаемой продукции, но и сохранять полученные более высокие механические характеристики стали, в том числе главный показатель качества металла – высокую прочность, которая служит надежной защитой для рабочей поверхности в условиях абразивного и ударного воздействия. Раскрой металла на таком оборудовании экономически более выгодный: не нужно брать большую заготовку и постепенно с нее срезать лишнее. Благодаря используемым инновационным технологиям, удалось сократить временные затраты и снизить себестоимость изготавливаемых деталей, уменьшить трудоемкость технологического процесса.



Изготовление штампового инструмента на МТЗ

ШТАМПОВЫЕ ВСТАВКИ

В отечественной технической литературе первая информация о литых вставках штампов появилась в 1941 году. С тех пор совершенствование технологии изготовления штампового инструмента происходило под влиянием двух противоположных процессов: удешевления, связанного с техническим прогрессом, и удорожания, связанного с исчерпанием легкодоступных запасов сырья и

энергии. Большое внимание проблеме повышения эффективности инструментальной оснастки уделяется не случайно, поскольку она является одной из важнейших в машиностроении, определяя во многом себестоимость и качество выпускаемой продукции. Затраты на ее изготовление достигают в массовом производстве 25–30 % общих затрат на выпуск продукции. При этом доля простоев высокопроизводительного оборудования из-за замены или наладки штампового инструмента тоже нередко превышает 20–25 %.

Большое значение имеет выбор технологии изготовления штампового инструмента. Поскольку штамповые стали в нашу страну в основном ввозятся из-за рубежа, а при изготовлении и эксплуатации образуется большое количество неиспользуемых отходов, весьма привлекательным является использование литейной технологии для получения, в первую очередь, сменного штампового инструмента.

– Изготовление отливок из стали в литейном производстве принято считать наиболее сложным процессом из-за высокой температуры заливаемого в форму металла, значительной усадки стали в начальный период ее кристаллизации и охлаждения в форме,

активного химического взаимодействия с материалом литейной формы, – отметила Лариса Дудецкая. – Поэтому изготовление литьем штампового инструмента практически всегда требовало использования лучших материалов и технологий, имеющихся на производстве в данный момент, а высокая стоимость высоколегированных штамповых сталей обязывала осуществлять технологический процесс таким образом, чтобы отходы в виде прибылей и литников, а также припуски на механическую обработку были минимальными.

По словам Ларисы Романовны, несмотря на широкое использование в мировой практике литейных технологий производства вставок штампов (до 70 % от общего объема производства указанного инструмента), на предприятиях Беларуси изготовление штамповой оснастки методом литья до сих пор, за редким исключением, не применяется.

– Это приводит к значительным потерям штамповой стали за счет отправки изношенного инструмента в металлолом. На некоторых отечественных заводах, таких как гродненский «Белкард», сменный штамповый инструмент изготавливают путем переплава отходов собственного производства, объем которых составляет примерно 400 т в год. Благодаря технологии вторичного переплава, эффективно решается проблема использования металла, который раньше скапливался на шихтовом дворе или отдавался на Минский завод «Вторчермет» по низкой цене. Кроме того, достигается существенная экономия ресурсов, поскольку стоимость штамповой стали в виде поковок или проката превышает 55 млн рублей за тонну.

Работая в рамках задания Государственной научно-технической программы «Ресурсосбережение-2015», стартовавшей в 2011 году, практику переплава отходов штамповой стали при изготовлении сменного штампового инструмента ученые Физико-технического института внедряют на МТЗ совместно со специалистами службы Главного металлурга предприятия. Эта и другие не менее интересные и перспективные идеи нашли активную



Наше досье

Академик Анатолий Илларионович Гордиенко – один из ведущих специалистов страны в области материаловедения. Его научные разработки послужили основой для создания новых технологий и автоматизированного оборудования для поверхностного и объемного термоупрочнения полуметаллических материалов, работающих в экстремальных условиях. Новые технологии и оборудование широко внедрены на предприятиях республики и стран СНГ и дальнего зарубежья.

Под руководством А.И. Гордиенко в ФТИ НАН Беларуси выполняется 31 инновационный проект по созданию новых технологий металлообработки. Многие инновации в настоящее время находятся на стадии освоения.

А.И. Гордиенко – автор более 300 научных трудов, в т.ч. 6 монографий, 58 авторских свидетельств на изобретения и патентов. Под его научным руководством защищены 3 докторских и 13 кандидатских диссертаций.

поддержку со стороны технического директора МТЗ И.В. Емельяновича, заместителя технического директора РУП «МТЗ» – главного металлурга ПО «МТЗ» А.Н. Карася и заместителя главного металлурга – начальника кузнечного отдела С.Н. Афанасьева.

– Наше предложение заключается в том, чтобы после получения литой заготовки из отходов штамповой стали изготавливать в ней фасонную гравюру для деталей

методом штамповки, а не дорогостоящими и трудоемкими методами механической обработки или выжигания специальным фасонным электродом, – пояснила Л. Дудецкая. – Результаты промышленных испытаний новых штамповых вставок показали, что их стойкость несколько не ниже, чем стойкость аналогичного инструмента, полученного из проката.

Кстати, по словам заведующей лабораторией специальных сплавов и технологий ФТИ Л. Дудецкой, которая уже более 40 лет занимается литейными технологиями, не на всех отечественных заводах специалисты знают, что для изготовления штамповой оснастки можно применять указанный метод формообразования гравюры штамповой вставки. Данная разработка, как и новые стали, защищена патентом.

Преимущества использования литейных методов при изготовлении штампового инструмента для отечественного машиностроения являются очевидными, считает Лариса Дудецкая и приводит весьма весомые аргументы: при использовании методов точного литья снижается объем импортируемого проката и поковок инструментальной стали; дорогостоящие легирующие элементы и отходы собственного производства штамповых сталей с минимальными потерями возвращаются в производственный процесс; снижаются объем механической обработки и трудозатраты наиболее квалифицированных работников предприятия; повышаются стойкость штампового инструмента и эффективность работы оборудования при деформировании конструкционных сталей.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▀