

ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

УДК 669.01

©Анищенко А.С.*

НОВЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГВУЗ «ПГТУ» И УКРГОСНИИИКМ «ПРОМЕТЕЙ»

Изложены наиболее значимые научно-технические и производственные достижения в области металлургических технологий как результат творческого сотрудничества ГВУЗ «ПГТУ» и УкрГосНИИИКМ «Прометей».

Ключевые слова: металлургия, сталь, прокат, поковки, отливки.

Анищенко О.С. Нові металургійні технології ДВНЗ «ПДТУ» і УкрДержНДІКМ «Прометей». Викладені найбільш значущі науково-технічні та виробничі досягнення в галузі металургійних технологій як результат творчого співробітництва ДВНЗ «ПДТУ» і УкрДержНДІКМ «Прометей».

Ключові слова: металургія, сталь, прокат, поковки, відливки.

O.S. Anish'enko. New metallurgical technology GVUZ «PSTU» and UkrStSRISM «Prometheus». Presented the most significant scientific, technical and industrial achievements in the field of metallurgical technologies as a result of creative collaboration GVUZ «PSTU» and Ukrainian State Scientific and Research Institute of Structural Materials «Prometey».

Keywords: metallurgy, steel, rolling, forging, casting.

Постановка проблемы. История создания, этапы становления, научные и производственные достижения в развитии и совершенствовании металлургических технологий Украинского Государственного научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей» (далее сокращенно – «Прометей») неразрывно связаны с ГВУЗ «ПГТУ» (далее сокращенно – ПГТУ), его руководителями, ведущими учеными и выпускниками, во все времена составляющими костяк сотрудников «Прометей», научную элиту института.

Анализ последних исследований и публикаций. Датой создания «Прометей» является 1948 год. После того, как базовый ЦНИИ «Прометей» (г. Ленинград) был переведен из Наркомата танковой промышленности в Наркомат судостроения, в Жданове на базе опорной лаборатории Броневого института (старое название ЦНИИ «Прометей») был создан филиал питерского «Прометей» под названием НИИ-48. Уже тогда Ждановский металлургический институт принял деятельное участие в рождении филиала, передав ему свои здания по улице Вузовской.

Ранее у опорной лаборатории Броневого института были задачи обеспечить совместно с заводами Жданова, учеными многих институтов СССР, в том числе и ЖдМИ, производство брони для танков Т-34, КВ, САУ и штурмовиков ИЛ-2. С образованием НИИ-48 важнейшими работами стали создание корпусных материалов и методов их сварки для военно-морского флота и гражданского судостроения.

Цель статьи – проанализировать и показать в ретроспективе творческие успехи научного и производственного сотрудничества между отраслевым НИИ и вузом.

Изложение основного материала. В кратчайшие сроки была создана мартенситностареющая сталь АК-25 для первой атомной подводной лодки «Ленинский комсомол» [1] (рис.1). Таким образом, была решена не только исключительно важная государственная задача, но и заложены научные основы для создания нового класса материалов – высокопрочных хорошо свариваемых корпусных сталей.

В последующие годы ленинградским и ждановским «Прометейми» при участии профес-

* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

суры ЖдМИ-ПГТУ была разработана целая серия сталей типа АК, обладающих прочностью, существенно превосходящей по прочности сталь АК-25. Ученые-ветераны «Прометей» и ПГТУ с улыбкой вспоминают те колоссальные по денежным средствам, научным исследованиям и масштабам практической реализации работы, которые в среде своих коллег с юмором окрестили как «дело о трех миллионах». На металлургических заводах СССР и Жданова было освоено производство сталей серии АК в виде листового, сортового и профильного проката, а также поковок и отливок. Из корпусных сталей этого класса были изготовлены все отечественные подводные лодки I, II и III поколений [2, 3] (рис.1, вверху).



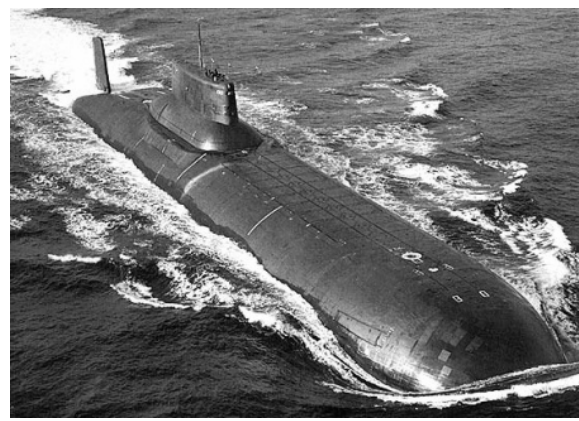
Подводная лодка проекта К-3
«Ленинский комсомол»



Подводная лодка проекта «Щука-Б»



Самая быстрая в мире подводная лодка проекта «Анчар» (скорость – до 80,4 км/час)



Самая большая в мире субмарина проекта «Акула» (длина 173 м, ширина корпуса 23 м)

Рис. 1 – Подводные лодки ВМФ СССР: вверху – с корпусами из сталей серии АК; внизу – с титановыми корпусами

Следующим этапом развития сталей типа АК была их конверсия. Ученым обоих «Прометеев» удалось создать серию сталей марок АБ, которые по своим характеристикам – хладостойкости, свариваемости, коррозионной стойкости и другим важнейшим показателям значительно превосходили лучшие мировые образцы. Около десятка сотрудников ждановского «Прометей» защитили по сталям АК и АБ диссертации в ЖдМИ. Научными руководителями этих работ были проф. Меджибожский М.Я., Калошин Н.А., Казанцев И.Г., Старченко Д.И., Казачков Е.А.

Пик научно-технических и производственных достижений «Прометей» пришелся на конец семидесятых – начало восьмидесятых годов прошлого века. На новых площадях «Прометей» построил экспериментальный цех обработки металлов давлением, новый административный корпус. Имея около 500 сотрудников в штате, «Прометей», будучи филиалом, мог планировать объемы НИР под стать некоторым отраслевым институтам. С учетом возросших научных и производственных возможностей были расширены направления научно-исследовательских и технологических работ, главнейшими из которых стали:

- создание высокопрочных и хладостойких сталей с уникальным уровнем потребительских свойств и разработка металлургических процессов получения первичных полуфабрикатов, включая листовую и профильный прокат, литье и поковки;

- освоение нового технологического оборудования для реализации процессов получения конструкционных сталей, сварочных материалов различными методами выплавки, литья, уникальными способами прокатки, волочения, специализированными технологиями штамповки;

- создание сварочных материалов и разработка технологии сварочных процессов ручной, полуавтоматической в среде защитных газов, автоматической в газах и под флюсом, многодуговой сварки;

- исследование работоспособности основного материала и сварных соединений с определением гарантированных ресурсов эксплуатации, конструктивно-технологической и местной прочности сварных соединений и конструкций, мониторинг и прогнозирование срока службы материалов и сварных конструкций;

Существенно активизировалось в те годы научное сотрудничество «Прометей» с ЖдМИ, в особенности с научными школами, возглавляемыми проф. Ткаченко Ф.К., Каплановым В.И., Харлашиным П.С.

Исключительно востребованной среди конструкторов и технологов всего СССР стала сталь 09Г2С, разработанная ЦНИИ «Прометей» и впервые освоенная на ММК им. Ильича при производстве длинномерных листов для корпусов судов. Долгое время стали 09Г2 и 09Г2С назывались МС-1 и МС-2 («мариупольская сварочная»). Тем самым подчеркивалось их огромное технологическое преимущество: возможность сварки листов без последующего отжига сварного шва, то есть допустимость сварки корпусов судов из длинномерных листов непосредственно на стапелях верфей. Когда позднее выяснилось, что эти стали обладают еще и достаточно хорошей ударной вязкостью при пониженных температурах, было принято решение о создании специального ГОСТ 5521 «Сталь свариваемая для судостроения», в который вошли также стали Ст.3 категории В и стали С, 10ХСНД, 10Г2С1Д категорий А, В, Д, Е. Эти марки сталей в дальнейшем стали базовыми для арматуростроения, изготовления многих узлов и агрегатов металлургической и других отраслей промышленности.

С помощью металлосварщиков и прокатчиков ЖдМИ были освоены производство листов и сортового проката, в частности симметричного и несимметричного полосульбов из сталей 10ГБ, 12ГФБ как более технологичных заменителей стали 09Г2С. Новые стали были успешно внедрены в мостостроении Советского Союза.

Продолжились работы по совершенствованию химического состава и металлургических технологий корпусных сталей серий АК и АБ. В 70-80-е годы было освоено производство корпусных сталей методом ЭШП: отработана технология изготовления расходных электродов, определены оптимальные параметры переплава, обеспечивающие получение качественных слитков как по поверхности, так и по макроструктуре, разработан режим термической обработки слитков ЭШП, позволяющий обеспечить их горячую деформируемость. В те годы мощности электрошлакового переплава «Азовстали» в большинстве своем были загружены производством сталей АК и АБ для судостроения.

В 1970 году из высокопрочной стали типа АК был построен и передан в эксплуатацию Полярному научно-исследовательскому и проектному институту рыбного хозяйства и океанографии первый отечественный автономный обитаемый самоходный аппарат «Север-2» (рис.2) с глубиной погружения 2000 м. За 15 лет эксплуатации «Север-2» выполнил 410 погружений, участвуя в различных экспедициях практически во всех океанах. Аппараты типа «Север-2» стали первым практическим опытом отечественного кораблестроения в проектировании, строительстве и эксплуатации глубоководных аппаратов. Затем последовал глубоководный аппарат «Поиск-2», предназначенный для проведения научно-исследовательских и подводно-технических работ. Гидрографические и поисково-спасательные службы ВМФ впервые получили глубоководные технические средства, способные с борта судна-носителя осуществлять на глубинах до 2000 м гидроакустический и визуальный поиск затонувших объектов массой до 400 кг, а также проводить комплексные гидрологические, гидроакустические, геофизические и радиологические исследования Мирового океана.

В 1981-1984 годах широкая конверсия разработанных высокопрочных сталей позволила создать серию сталей марок АБ с пределом текучести до 620 МПа для строительства атомных

ледоколов, плавучих полупогружных буровых установок (рис.3), самоподъемных установок, а также уникальных стационарных ледостойких установок. При этом были созданы принципы легирования стали, обеспечивающие уникальную свариваемость стали без подогрева в любых климатических условиях. Из этих сталей построены корпуса ледоколов «Таймыр», «Вайгач», «50 лет Победы» (рис. 4, 5), атомные лихтеровозы, грузовые тележки скоростных поездов.



Рис. 2 – Автономный самоходный обитаемый аппарат «Север-1»



Рис. 3 – Плавучая полупогружная буровая установка (ППБУ) типа «Шельф»

В 1975-1978 годах были созданы стали марок 0Н6 и 0Н9 для газозовов, АБ1Ш для опор СПБУ. С 1974 по 1987 год Астраханским судостроительным производственным объединением в кооперации с Выборгским судостроительным заводом было построено девять СПБУ, предназначенных для работы на шельфе Каспийского и Черного морей. Если первые установки этого проекта обеспечивали разведку на глубине моря до 60 м, то при строительстве последующих установок разведка велась уже на глубинах до 90 м. Освоение шельфа на глубинах до 200 м было обеспечено отечественными полупогружными установками ППБУ 6000/200 «Шельф» (рис.3). Для опорных колонн СПБУ использовалось более тысячи тонн высококачественной стали АБ1, стойкой против слоистых разрушений. Немалая заслуга в освоении стали АБ1 принадлежит ждановским ученым ПГТУ и «Прометей», заводским специалистам «Азовстали».



Рис. 4 – Ледоколы «Таймыр» и «Вайгач»



Рис. 5 – Ледокол «50 лет Победы»

В 1985-1988-х годах была создана плакированная сталь АБ1П для ледоколов. Разработанная технология обеспечивала сплошность и высокую прочность сцепления основного и плакирующего слоев при сопротивлении срезу не менее 300 МПа, что гарантировало отсутствие отслоений плакирующего слоя при всех технологических процессах изготовления сварных конструкций – гибке, сварке, правке. Для защиты ледового пояса ледоколов и судов ледоколь-

ного типа от воздействия льдов были разработаны плакированные стали с пределами текучести не менее 620, 500 и 355 МПа.

В 90-х годах была разработана технология производства стали марок АБ с использованием внепечной обработки. Разработанные на основе современных достижений металлостроения и металлургии стали марок АБ за счет формирования дисперсной однородной по толщине бейнитно-мартенситной структуры обеспечивали:

- высокую сопротивляемость хрупким разрушениям, в том числе в условиях резко изменяющихся температур от - 50 до +100 °С;
- сопротивляемость слоистым разрушениям в узлах сварных конструкций, в том числе при высоких растягивающих напряжениях в направлении толщины листов;
- высокое сопротивление воздействию знакопеременных нагрузок, обуславливающих усталостные разрушения;
- хорошую свариваемость, благодаря чему крупногабаритные конструкции можно изготавливать блоками и секциями в цехах с последующей сборкой в условиях низких температур на открытых площадках;
- гарантированное сопротивление коррозионным и коррозионно-механическим повреждениям.

В эти же годы совместными усилиями мариупольских ученых и производителей удалось разработать технологию обработки броневой стали для танков в установках «печь-ковш» с обеспечением практически таких же прочностных и пластических характеристик, которые раньше достигали при выплавке стали в печах ЭШП. Танковая промышленность Украины получила более дешевую броню, но комбинат «Азовсталь» лишился львиной доли загрузки мощностей электросталеплавильного цеха.

Кроме броневых сталей, на металлургических заводах Советского Союза был создан и реализован еще ряд новых металлургических технологий. На Алчевском металлургическом комбинате была внедрена технология изготовления листового проката из титанового сплава 5В для корпусов субмарин (рис. 1, внизу). Кроме того, комбинат в содружестве с учеными Ленинграда и Мариуполя освоил производство листового проката из немагнитной стали 45Г17ЮЗ, используемой для корпусов тральщиков и морских охотников. Сортовой прокат из более прочной немагнитной стали Г20С1Т был освоен на ряде заводов Урала. Там же наладили производство проката и поковок из мартенситностареющей стали типа ЧС70-ВИ, используемой для подводных крыльев судов гражданского и военного назначения.

По завершении строительства экспериментального цеха «Прометеем» на вновь созданных производственных площадях были разработаны и освоены новые, зачастую уникальные технологии обработки металлов давлением.

При научном и методическом консультировании проф. Капланова В.И. и Каргина Б.С. была создана единственная в СССР технология изотермического волочения титановой сварочной проволоки с использованием разработанных в ЖДМИ и «Маркографе» графитовых смазок ВАР-9, ОГВ-75. Изотермические условия деформирования позволили в несколько раз сократить число проходов при волочении и гарантированно устранить осевую рыхлость в проволоке. Вплоть до распада СССР «Прометей» осуществлял с участием автора поставку титановой проволоки ПТ-7св для сварки деталей кораблей, в том числе титановых корпусов атомных субмарин.

Сотрудниками «Прометей» была сконструирована и изготовлена установка для прессо-прокатки (экстроллинга) судовых профилей сложной формы. На то время она была уникальным оборудованием в мире, удачно использующим активные силы трения при прессовании.

Были разработаны и переданы на предприятия страны технологии ротационной закатки автомобильных баллонов и труб теплообменников, задачи тонкостенных трубчатых заготовок, освоено прогрессивное оборудование для холодного выдавливания и ротационного обжатия.

Учитывая успешные достижения «Прометей» в части внедрения новых металлургических технологий Министерство судостроительной промышленности СССР сочло необходимым назначить «Прометей» головной организацией по практической реализации под руководством автора процессов изотермического и сверхпластического деформирования металлов в рамках отраслевой программы «Сверхпластичность». Выполняя решения Министерства, сотрудники «Прометей» разработали, передали для освоения и внедрили на турбинных заводах «Заря» и «Восход» технологии изотермической штамповки и калибровки титановых лопаток, сверхпла-

стической формовки замкнутых емкостей для их эксплуатации в морских глубинах. Заводы отрасли были обеспечены руководящими документами на технологии подготовки сверхпластической структуры в металлах и сплавах, процессы объемной и листовой штамповки в изотермических условиях и в состоянии сверхпластичности. Была создана конструкторская документация на штамповые блоки для этих процессов [4]. Грянувшая перестройка и последующее за ней прекращение финансирования исследований не позволили выполнить отраслевую программу в полном объеме.

Огромным достижением всего коллектива «Прометей» явилось конструирование, изготовление и практическая эксплуатация обитаемой камеры «Атмосфера-9». Единственный в мире, уникальный по своим возможностям агрегат позволял в бронированном помещении, заполненном аргоном высокой степени очистки по специальным химическим технологиям, нагревать, прокатывать и сваривать заготовки и узлы ответственного назначения. Долгое время рабочие «Прометей», облаченные в морские скафандры, изготавливали горячей прокаткой в среде аргона биметаллические заготовки «ниобий-платина», которые затем использовались для производства анодов катодной защиты корпусов судов ВМФ от морской коррозии.

Государственной премией была отмечена работа ученых Ленинграда и Мариуполя, а также сотрудников НКМЗ и «Энергомашспецстали» по созданию и реализации комплексной технологии выплавки, разливки,ковки и термообработки уникальных поковок длиной около 25 метров для валов атомных установок ледоколов, работающих в полярных широтах. Впервые в мировой практике была осуществлена ковка слитков массой 300 тонн на гидравлическом пресе усилием 150 МН завода «Энергомашспецсталь».

Из числа наиболее успешных работ, проведенных «Прометеем» в содружестве с ЖдМИ-ПГТУ (научные руководители: проф. В.А. Роянов, В.В. Чигарев, А.М. Скребцов, Л.С. Малинов, В.Г. Ефременко) следует отметить:

- разработку и внедрение технологии электрошлакового переплава слитков из стружки медных сплавов;
- создание технологии и поставку биметаллических штамповых заготовок «сталь 45 + 5ХНМ» для крупнейшего в мире штамповочного молота с массой падающих частей 25 тонн;
- освоение технологии электроконтактного нагрева длинномерных полосульбов для их термообработки;
- внедрение под руководством автора технологии деформирования крупногабаритных титановых колец на кольцераскатном комплексе «Тиссен»;
- создание технологии кислородного рафинирования коррозионностойкой стали 03Х12Н;
- разработку и освоение процессов изготовления би- и триметаллов плакированием взрывом, прокаткой пакетов с промежуточными подслоями;
- освоение технологии наплавки защитных чугунных покрытий на медные носки воздушных доменных фурм;
- разработку технологии, оборудования и поставку на металлургические заводы би- и триметаллических слябов с основным слоем из углеродистой стали и плакирующими слоями из нержавеющей стали с последующей прокаткой на заводах слябов на тонкий лист; «Прометеем» созданы две установки наклонного типа для наплавки слябов, которые и по сей день считаются прогрессивным оборудованием для производства плакированных слябов;
- создание и внедрение прибора для определения химического состава сталей и сплавов на локальном участке заготовки, а также установки для ускоренного определения усталостных свойств сталей в морской воде.

Выводы

Творческое сотрудничество «Прометей» и ЖдМИ-ПГТУ явилось удачным примером успешной кооперации университетской и отраслевой науки в решении сложных задач металлургии, судостроения и других отраслей машиностроения.

Список использованных источников:

1. ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» [Электронный ресурс]. – (<http://www.cris-m-prometey.ru>).
2. Корабельный портал [Электронный ресурс]. – (<http://korabley.net>).
3. Армия и флот РФ [Электронный ресурс]. – (<http://armiya-i-flot.ru>).