

УДК 621.771.2:002:061.75

**И.Г.Муравьева****55 ЛЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.М.ЮНАКОВА***Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины*

Представлены данные о жизни и творческой деятельности Лауреата Государственной премии СССР, научного сотрудника Института А.М.Юнакова, который является авторитетным ученым в области черной металлургии.

Александр Михайлович Юнаков работает в Институте с 1960 года. В стенах Института (в отделе механизации и автоматизации, отделе металлургического машиноведения, ныне ОТОСУ) он прошел путь от механика-инженера до зав. лабораторией.

В первые годы, работая в должностях механика, ст. механика, инженера и ст. инженера, Александр Михайлович приобрел большой опыт подготовки и непосредственно проведения исследований действующих металлургических машин и механизмов в сложных условиях производства. В этот период он принимает активное участие практически во всех работах отдела по исследованию систем слиткоподачи и главных линий обжимных станов 1150 и 950 ДМЗ им. Дзержинского, блюминга 1100 ЕМЗ, непрерывного тонколистового стана завода "Запорожсталь" и др. объектов.

Приобретенный опыт промышленных исследований в сочетании с углублением и расширением знаний механики машин, технологии и оборудования, технико-экономического анализа производства проката позволили Александру Михайловичу сформироваться в высококвалифицированного специалиста, способного обосновывать и решать важные разноплановые научно-практические задачи. Начиная с должности ст. инженера и на последующих должностях, Александр Михайлович в качестве руководителя либо ответственного исполнителя выполнил большое количество научно-исследовательских работ, в рамках которых на различных прокатных станах решен ряд задач, обеспечивших значительное повышение технико-экономических показателей их работы. Можно сказать, что красной нитью через всю научно-инженерную его деятельность проходит решение задач оптимизации или форсирования режимов работы прокатных станов, отработка и освоение ресурсосберегающих технологий, а также обоснование реконструкции прокатных станов на базе анализа динамических и статических нагрузок в главных линиях и прочностных и энергетических резервов оборудования.

Приведем только некоторые примеры этих эффективных работ, выполненных в разные периоды и завершенных внедрением результатов в производство:

– Оптимизация режимов работы комплекса механизмов блюминга ЕМЗ позволила обеспечить выполнение "тройного" условия, при котором

производительность стана максимальна (выполнена совместно с Е. Я. Подковыриным).

– Обоснование форсированных режимов прокатки слитков при увеличении их массы с сокращением количества проходов на блюмингах ЕМЗ и "Криворожстали" (на последних совместно с В. М. Полещуком).

– На основании анализа действующих нагрузок и характеристик оборудования стана 2500 ММК обоснована возможность прокатки широких листов из сталей с высоким сопротивлением деформации, что было вызвано необходимостью выполнения государственной программы (выполнена совместно И. И. Леепой).

– В качестве руководителя НИР проведено исследование черновых клетей стана 1700 горячей прокатки комбината им. Ильича, на основании результатов которого обоснована возможность увеличения толщины исходного сляба. Это решение позволило увеличить производительность как собственно прокатного стана, так и машин непрерывной разливки слябов.

– На мелкосортно-проволочном стане 320/150 МолдМЗ обоснована возможность увеличения сечения исходной заготовки, что также, как и в предыдущем примере позволяет увеличить производительность прокатного стана и электро-сталеплавильного цеха, т.е. улучшить экономику завода в целом.

Отдельно следует охарактеризовать работы, выполненные под руководством Александра Михайловича на проволочном стане 250 ЕМЗ, единственном стане в СНГ, изготовленном Электростальским заводом тяжелого машиностроения. Поскольку из-за отсутствия надежной легучей стыкосварочной машины на стане не был реализован процесс бесконечной прокатки, технико-экономические показатели его работы были довольно низки.

Некоторые работы ИЧМ были направлены на улучшение "экономики" стана. В их числе следующие работы, выполненные под руководством Александра Михайловича. Так, например, для повышения производительности при прокатке мелкого сорта требовалось увеличить константу прокатки в черновой группе стана. Из-за ограничения скорости двигателей прокатных клетей это представлялось возможным только за счет увеличения сечения раската на выходе из последней клетки черновой группы. Установленные за этой клетью барабанные ножницы по проекту позволяли осуществлять порезку полосы сечением 289 мм<sup>2</sup>. Александр Михайлович провел с коллегами промышленные и теоретические исследования механизма и привода ножниц, на основании которых был разработан комплекс инженерных решений. Увеличение момента инерции ножевых барабанов, оптимизация угла резания и коэффициента обгона ножниц позволили снизить вертикальную и горизонтальную составляющие усилия резания и обеспечить порезку полос увеличенного сечения. В результате изменения указанных параметров и настройки

скорости ножниц по номограмме в зависимости от скорости прокатки в клети, установленной перед ними, в течение многих лет на стане разрезалась полоса сечением более 400 мм<sup>2</sup>.

Скорость прокатки катанки на стане была повышена за счет внедрения двух технических решений, разработанных Александром Михайловичем на основании анализа динамики чистовых клетей. В линии привода валков были установлены динамически сбалансированные шпиндели с шарнирами Кардано и применены прокатные валки увеличенного до 280 мм диаметра, что позволило снизить уровень вибраций валковой системы и увеличить скорость прокатки.

Для этого же стана в результате исследования нажимных устройств чистовых клетей и аналитических расчетов был сделан вывод о том, что привод механизма и резерв прочности редуктора с глобоидной червячной передачей позволяют осуществлять перемещение прокатных валков предчистовой клети при заполненном очаге деформации, т.е. изменять межвалковый зазор в процессе прокатки. На основании этого и анализа изменения размеров катанки по длине бунта Александр Михайлович с соавторами разработал способ производства катанки и устройство управления приводом нажимного механизма. Реализация технических решений по этим изобретениям за счет определенного дополнительного обжата конечных участков раската в вертикальной предчистовой клети стана позволила исключить отбраковку их из-за выхода горизонтального диаметра катанки за пределы стандарта, т.е. значительно увеличить выход годного проката.

На стане 250 ЕМЗ был внедрен также высокоэффективный новый способ охлаждения проката (разработан Александром Михайловичем со специалистами завода и Донецкого политехнического института в рамках совместно выполняемой НИР). В специальном устройстве реализации способа поток охладителя совершает сложное движение – колебательное в направлении, перпендикулярном оси движущегося проката, и вращательное относительно него. Применение этого технического решения обеспечило эффективный, равномерный по длине проката отбор тепла и экономию охладителя при давлении в системе его подачи не более 10 атм.

Особое место в научно-практической деятельности Александра Михайловича занимают работы, выполнение которых начато с вводом в эксплуатацию на Белорецком меткомбинате (БМК) первого на сегодняшний территории СНГ принципиально нового проволочного стана с чистовыми группами клетей в виде прокатных блоков и линиями последеформационного охлаждения с реализацией Стелмор процесса. Минчерметом ИЧМ было поручено разработать и освоить технологию производства высококачественной катанки широкого марочного сортамента, исследовать и оптимизировать режимы работы оборудования, установить и использовать его резервы. Кроме того было необходимо

оценить целесообразность и экономическую эффективность использования аналогичного оборудования при реконструкции существующих непрерывных станов.

Для выполнения этих работ на БМК Институт был представлен двумя лабораториями прокатного отдела и отдела металлургического машиноведения. Исследования и разработка сквозной технологии, включая нагрев и зачистку заготовок, температурно–деформационные режимы прокатки, оптимизацию размеров подката, режимы охлаждения катанки, анализ ее качества и др. проводились под руководством Г. П. Борисенко и А. А. Горбанева. Анализ работы оборудования, определение динамических характеристик главных линий, исследование действительных динамических и статических нагрузок, оценка согласованности режима прокатки в непрерывных группах стана, начиная с обжимной и, главное, в трансмиссии приводов блоков выполнены под руководством А. М. Юнакова.

Следует отметить, что исследования нагрузок в линиях приводов прокатных клетей проводились на определенных участках стана и были подчинены решению различных задач. Например, при отработке технологии производства катанки коррозионностойких сталей, в том числе мартенситно–ферритного класса и ресурсосберегающей технологии с регламентированной температурой нагрева заготовок в функции сопротивления деформации стали исследовались нагрузки в клетях обжимной группы стана. Анализ нагрузок в клетях этой группы лежал в основе разработки и реализации ресурсосберегающей технологии производства катанки из заготовок с пониженным теплосодержанием. Исследование нагрузок в главных линиях клетей промежуточных групп стана и оценка по ним согласованности режима прокатки в них проведено при оптимизации режимов прокатки катанки подшипниковых сталей.

Хронологически первое исследование нагрузок в линии привода валков прокатных блоков было проведено в связи с необходимостью установления причин низкой стойкости зубчатых передач с внутренним зацеплением отдельных клетей. Анализ результатов исследований позволил установить факт существенно неравномерного распределения нагрузок по клетям блока и несогласованность режима прокатки (натяжение в межклетевом промежутке клетей 2–3 и подпор в 3–4), в результате чего линия привода валков клетки 3 работала со значительной перегрузкой. Установление величины действительных нагрузок в клетях блока, оценка по ним уровня межклетевых сил в сочетании с анализом реального заполнения калибров металлом, размеров подката и катанки позволили под руководством А. А. Горбанева разработать математическую модель, адекватно отражающую процесс прокатки в 10-клетевом блоке. Анализ влияния различных возмущающих воздействий на процесс прокатки и распределение натяжений, выполненный на модели, позволил скорректировать режим обжатий и калибровку валков.

В результате неравномерность распределения нагрузок по клетям блока была существенно уменьшена и проектные недостатки были устранены.

Следующий этап анализа собственно блока был связан с оценкой возможности повышения скорости прокатки. Эта задача решалась как исследованием нагрузок, измеряемых в диапазоне частот вращения привода блока 800 - 1000 об/мин, так и при анализе динамических характеристик и расчете собственных частот динамической модели прокатного блока. На основании результатов исследований был рекомендован рабочий диапазон частот вращения привода блока вне резонансных зон, обеспечивающий повышение скорости прокатки катанки диаметром 5,5 мм до 55 м/с, т.е. на 10 % выше относительно проекта. Данный скоростной режим был реализован и использовался до реконструкции стана с установкой более скоростных блоков.

В рамках отдельной работы под руководством Александра Михайловича исследована динамика горизонтальной и вертикальной термофрезерных машин в связи с отказами (разрушениями) узлов линий приводов фрез и высоким уровнем вибраций. В результате промышленных исследований нагрузок при фрезеровании определены собственные частоты машин для оценки достоверности расчетов параметров их динамических моделей. На основании измерений и анализа динамических нагрузок на моделях с варьированием упруго-массовых параметров, скоростных и нагрузочных режимов (глубиной фрезерования) разработаны и внедрены конкретные рекомендации по скоростным режимам (вне резонансных зон), совершенствованию конструкции и техническому обслуживанию машин.

На основании теоретических и промышленных исследований динамических и статических нагрузок в линиях приводов клетей, анализа силовых и скоростных характеристик вспомогательного оборудования всей линии стана 150 БМК сделан вывод о возможности повышения скорости прокатки катанки  $\varnothing$  5,5 мм до 80 м/с. Это явилось базой обоснования технической и экономической целесообразности реконструкции стана и ее рационального объема.

Реконструкция стана с установкой новых, более скоростных блоков и соответствующего сопряженного с ними оборудования (ножниц, трайбаппаратов, виткоукладчиков) завершена в 2000 году. До настоящего времени стан устойчиво работает на скоростях до 75 м/с. Это, пожалуй, единственный в мире пример, когда на базе анализа действительной нагруженности оборудования непрерывного стана скорость прокатки увеличена практически в 1,5 раза относительно проектной.

Отмечая заслуги Александра Михайловича в цикле комплексных и самостоятельных работ на стане 150 БМК, следует отметить также, что на этом стане внедрено восемь технических решений по его с соавторами изобретениям и патентам, три из них реализованы при реконструкции стана. За внедрение результатов двух работ он награжден медалями

ВДНХ. Комплекс исследований, проведенных ИЧМ на стане, в том числе обоснование реконструкции, явился основной частью работы, за выполнение которой А. М. Юнаков удостоен высокого звания Лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники.

Деятельность Александра Михайловича в девяностые годы прошлого века заслуживает особой оценки, т.к. была важна для Института в целом. В условиях новой страны из-за дефицита работ в начале и практически до конца тех лет в Институте сложилось удручающее, тяжелое финансовое положение. В этот период Александр Михайлович, являясь, зав. лабораторией, формирует устойчивую хоздоговорную тематику. Это анализ м/с стана 250 ЧерМК, стана 800 БМК, стана 250 ЕМЗ. Кроме того, благодаря его инициативности, высокой эрудиции в области оборудования и технологии прокатного производства, начато и развилось научно-техническое сотрудничество с машиностроительным комбинатом (СКЭТ, Германия). В рамках контракта по вводу в эксплуатацию и освоению первого в Украине высокоскоростного проволочного стана на Макеевском меткомбинате (руководитель НИР А. Юнаков) выполнена экспертная оценка нового оборудования, исследовались динамические процессы в линиях приводов клетей консольного типа, технологические режимы, качество катанки, произведенной по традиционной технологии и прокатанной в низкотемпературных блоках.

Аналогичный контракт реализован и по освоению новых оборудования и технологии на стане 150 БМК после его реконструкции. Как отмечено, базой реконструкции являлся комплексный анализ нагруженности и резервов прочностных и энергетических резервов оборудования стана.

В рамках отдельного контракта со СКЭТ была также разработана (под руководством В. И. Большакова) динамическая модель прокатного блока, как многомассовой электромеханической системы.

Отметим, что суммарное финансирование за выполнение указанных работ было весьма важным для коллектива Института.

Заслуживает внимания установление Александром Михайловичем тесного сотрудничества Института с украинской научно-производственной организацией НПО "ДОНИКС". Приведем два примера полезных для Института работ. Лаборатория динамики прокатного оборудования по заданию НПО в рамках хоздоговора выполнила анализ нагрузок на обжимном стане ЕМЗ. На комбинате "Запорожсталь" лаборатория выполнила (также по договору с НПО) анализ вибродинамических процессов в оборудовании стана 1680. НПО не только финансировало эту работу, но также приобрело комплект виброизмерительной аппаратуры для ее выполнения.

Полезность и важность сотрудничества с НПО "ДОНИКС" заключается еще и в том, что Институт в течение ряда лет использует эту аппаратуру, выполняя работы по диагностике технического состояния

прокатного оборудования в рамках договоров с комбинатом "Запорожсталь". Результаты этих работ необходимы как при обосновании бюджетной тематики по вибродиагностике, так и при оценке эффективности разработанных в его лаборатории способов диагностики.

Сотрудник ИЧМ А. М. Юнаков как известный опытный специалист в области машин, механизмов и технологии современных прокатных станов был командирован Минчерметом в качестве старшего эксперта-консультанта в АНДР для содействия в стабилизации работы мелкосортно-проволочного стана. Задание Министерства было выполнено. В личном деле Александра Михайловича имеется письмо Алжирского национального общества металлургии с благодарностью за глубокие консультации по теоретическим и практическим вопросам прокатного производства и отмечена "конкретность рекомендаций по решению гаммы проблем, обеспечивающих стабилизацию работы прокатного стана".

Несколько разноплановых работ выполнены А. М. Юнаковым совместно и непосредственно под руководством В. И. Большакова:

- В плане содействия ДМетИ при отработке технологии производства листа коррозионностойких марок стали проведены первые исследования динамических процессов в линии привода стана 2800 комбината "Запорожсталь";

- Выполнена НИР "Разработка методов расчета элементов линий передач момента в листопркатных и обжимных станах на прочность и выносливость". В этой работе на базе разработанной методики определения нагрузок в приводах прокатных станов Вадим Иванович выполнил расчеты по станам комбината "Запорожсталь", Александр Михайлович – расчеты оборудования обжимного стана ЕМЗ;

- При исследовании механизма передвижения клетки одного из НЗС "Криворожстали" они установили явление и причины автоколебаний в линии привода и разработали решения по их устранению. Это обеспечило значительное сокращение времени рабочего цикла и надежность работы механизма.

- В рамках контрактов со СКЭТ проведены стендовые испытания редукторных кассет под нагрузкой и прокатного блока в режимах разгона – торможения и при установившейся скорости. С учетом анализа конструкции оборудования блока и результатов испытаний (вибраций и нагрузочных характеристик) разработано экспертное заключение о работоспособности этого агрегата (2 десятиклетевых блока установлены и в настоящее время работают в Макеевке).

Из приведенного перечня далеко не всех работ, в выполнении которых Александр Михайлович принимал творческое и активное участие, более того при этом являлся руководителем, виден широкий диапазон успешно решенных конкретных научно-практических задач. Причем, в большинстве с внедрением рекомендаций – в части технологии,

в режимах работы оборудования либо в решениях с усовершенствованием его конструкции, изменения параметров. Это определило заслуженно высокий авторитет лично Александра Михайловича, его коллег и, следовательно, нашего Института на металлургических предприятиях Украины, СНГ, а также за рубежом.

Результаты выполненных работ и разработки Александра Михайловича представлены одной монографией, более 100 научными статьями, авторскими свидетельствами, отечественными и зарубежными патентами. Доклады по материалам его работ заслуживали большого внимания на международных конгрессах прокатчиков в Череповце и Магнитогорске.

В настоящее время, в условиях также дефицита договорных работ Александр Михайлович настойчиво ведет консультативно-разъяснительный диалог с техническими руководителями БМК, МолдМЗ и ЧерМК о необходимости исследования вибрационных и динамических процессов в линиях высокоскоростного оборудования, прежде всего, прокатных блоков. При этом объясняется, что выбор рациональных скоростных режимов работы этого оборудования для обеспечения устойчивой надежной эксплуатации представляется возможным исключительно на базе изучения, исследования указанных процессов в рамках специальных НИР. В результате личных контактов и переписки А.М. с техническим директором комбината "Северсталь" и последующей официальной переписки ЧерМК–ИЧМ было получено предложение на выполнение работы по анализу оборудования и технологии, нагрузок в линиях приводов проволочного стана 150, а также по разработке решений его перспективного развития, включая обоснование состава и характеристик собственно прокатного оборудования и линий последеформационного охлаждения проката.

Можно надеяться, что после урегулирования экономических, военно-политических и дипломатических отношений нашей страны с Россией представится возможным выполнение этой сложной комплексной работы сотрудниками ОТОСУ и технологических отделов Института.

Изложенное – далеко не полный перечень работ Института, которые выполнялись с участием, многие по инициативе и под руководством ветерана труда, Лауреата Государственной премии СССР Александра Михайловича Юнакова.