

УДК 621.771.2:5/6

С.М.Жучков**СОЗДАТЕЛЬ ДОНЕЦКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ПРОКАТЧИКОВ**

Приведены некоторые сведения о жизни и научной деятельности крупнейшего ученого в области прокатного производства, создателя донецкой школы прокатчиков, заслуженного деятеля науки Украины, доктора технических наук, профессора Валентина Митрофановича Клименко.

Создатель донецкой школы прокатчиков, заслуженный деятель науки Украины, доктор технических наук, профессор Валентин Митрофанович Клименко был крупнейшим ученым в области прокатного производства. Он был одним из наиболее талантливых учеников выдающегося ученого прокатчика, академика АН СССР А.П.Чекмарева – основателя, научного руководителя и идеолога днепропетровской научной школы прокатчиков.

Идеология Ученого, которую исповедовал академик А.П.Чекмарев, включала три основных положения:

– ведущие представители науки должны занимать обоснованную принципиальную позицию по ключевым направлениям развития металлургии страны;

– успешная работа научных коллективов и школ возможна только при внимательном и доброжелательном отношении к молодым, начинающим ученым и коллегам руководителя;

– продуктивность и эффективность фундаментальных научных разработок определяется эффективностью реализации их результатов в промышленности и возможна на базе результатов исследований производства.

Эта идеология была воспринята и развита его учеником, профессором Валентином Митрофановичем Клименко, а ее основные положения и сегодня приняты на вооружение многими учеными и развиваются в днепропетровской и донецкой школах прокатчиков.

Вызывает уважение жизненный и творческий путь Валентина Митрофановича. Он родился 18 июля 1908 года в бывшей Екатеринославской губернии, Мариупольском уезде на рабочей колонии завода «Русский Провиданс» (ныне металлургический комбинат им. Ильича, г. Мариуполь, Донецкая область) в семье рабочего железнодорожного цеха этого завода.

Из автобиографии Валентина Митрофановича Клименко:

«В 1916 г. меня отдали учиться в реальное училище в г. Мариуполе (г.Жданов), где я учился до 1918 г. Денег на жизнь у отца не хватало. Отец и мать занимались подработками. Сестра Виктория с двенадцати лет давала уроки и этим помогала родителям. С 1918 г. по 1921 г. я с братом

Вячеславом учились с перерывами, занимались рыбной ловлей в море и работали по найму в садах. Ходил по окрестным селам вместе с матерью для заработков. В 1924 г. закончил семилетнюю трудовую школу и, одновременно, продолжал сезонно работать по найму в садах. В 1926 г. закончил профессионально–техническую школу, где получил квалификацию слесаря 6 разряда».

Получив профессию, Валентин Митрофанович работает слесарем в трубосварочном цехе завода им. Ильича и, одновременно, посещает курсы по подготовке в ВУЗ при заводском комитете. С 1927 г. по 1931 г. он получал высшее образование сначала в горном институте г. Днепропетровска на металлургическом факультете, а затем, в металлургическом институте (ДМетИ), выделившемся из горного института. За отличную учебу в 1929 году Валентин Митрофанович был выдвинут на научную работу, за что получал двойную стипендию. В этом же году были опубликованы его первые научные работы по результатам исследований, выполненных на заводе им. Ильича и Енакиевском метзаводе, – «Расчет спаривания кауперов» и, совместно с П.Т. Емельяненко и Л.Э. Вайсбергом, «Исследование теплового баланса нагревательной методической печи мелкосортного стана 360»

В 1931 году он закончил металлургический институт, получил квалификацию инженера–металлурга прокатной специальности и в связи с развитием промышленного региона Западной Сибири был командирован для работы в Кузнецкстрое. Здесь он работал прорабом по строительному монтажу.

Профессиональный опыт прокатчика Валентин Митрофанович получил, работая начальником смены блюминга и рельсобалочного цеха Кузнецкого завода (г. Сталинск, ныне – Новокузнецк). По результатам работы на Кузнецком заводе в этот период им была опубликована статья «Новшества в нагревательных колодцах».

С 1934 Валентин Митрофанович работал помощником начальника механомонтажного цеха по строительству завода в г. Новомосковске (Жестестрой). Впоследствии он работал на этом заводе начальником прокатного стана и заместителем начальника цеха. С конца 1937 года до начала Великой Отечественной войны работал в рельсо–балочном цехе завода им. Петровского (г. Днепропетровск), пройдя путь от инженера рельсо–правильной машины до заместителя начальника цеха.

Во время Великой Отечественной войны Валентин Митрофанович работал на Кузнецком металлургическом заводе заместителем начальника рельсо–отделочной мастерской, начальником участка печей и заместителем начальника цеха.

К научной работе Валентин Митрофанович приступил, поступив в 1946 году в аспирантуру к А.П. Чекмареву при кафедре обработки металлов давлением Днепропетровского металлургического института.

В послевоенные годы для восстановления народного хозяйства крайне необходима была продукция черной металлургии. В связи с резким увеличением объема производства стали в отечественной металлургии возникла диспропорция между ее выпуском и пропускной способностью прокатных станов. Решение этой проблемы во многом стало возможным, благодаря интенсификации процесса прокатки. Этими обстоятельствами, очевидно, был обусловлен выбор направления исследований аспиранта В.М.Клименко. В декабре 1949 года он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование захвата металла валками и пути увеличения углов захвата при прокатке». После защиты диссертации Валентин Митрофанович работал ассистентом, а затем доцентом на кафедре обработки металлов давлением в Днепропетровском металлургическом институте – ДМетИ (ныне Национальная металлургическая академия Украины), в 1950 году перешел на работу в лабораторию контроля и внедрения прокатного отдела Института черной металлургии (ИЧМ) АН УССР. Принял его на работу старшим научным сотрудником первый директор ИЧМ академик М.В.Луговцов по рекомендации академика А.П.Чекмарева, возглавлявшего в то время прокатный отдел ИЧМ. Свою научно-исследовательскую деятельность в Институте, создание новых прогрессивных направлений развития производства проката, направленных на решение практических проблем и задач отрасли, Валентин Митрофанович успешно сочетал с педагогической деятельностью

по подготовке инженерных кадров в ДМетИ. Это дало возможность не только отбирать в прокатный отдел ИЧМ наиболее подготовленных и перспективных выпускников Вуза, но существенно повысило качество подготовки молодых специалистов в нем.

При переводе ИЧМ из Киева в Днепропетровск в качестве лабораторной базы Институту временно был передан корпус на улице Писаржевского. Именно здесь академик З.И.Некрасов, которому было поручено воссоздать научный центр металлургического профиля в Днепропетровске, вместе со своими соратниками А.П. Чекмаревым, К.Ф. Стародубовым, С.Н. Кожевниковым, К.П. Буниным и Н.А. Вороновой создает полнопрофильный академический институт черной металлургии,



Валентин Митрофанович Клименко в годы работы в ИЧМ (пятидесятые годы)

оснащенный современным лабораторным и исследовательским оборудованием. И именно здесь, в этом здании на улице Писаржевского и начал работу в ИЧМ Валентин Митрофанович Клименко. К слову сказать, в связи с отсутствием жилья – проживал он тоже здесь. Возможно, такое положение вещей, такая «безотрывная от работы» ситуация во многом помогла ему сосредоточиться на научной работе. Следует отметить, что Валентин Митрофанович, стоял по существу у истоков создания прокатного отдела ИЧМ с размещением Института в центре южной металлургии – Днепропетровске.

Перед отечественными учеными прокатчиками в послевоенное время была поставлена задача разработать и реализовать в промышленности новые эффективные технологии, обеспечивающие увеличение производства проката. Ученые и инженеры прокатного отдела ИЧМ принимали участие в освоении практически всех блюмингов, непрерывно–заготовочных, непрерывных сортовых и проволочных станов, построенных во второй половине XX века на металлургических предприятиях СССР: «Криворожстали», «Азовстали», Запсиба, Магнитки, Череповца и др.

Особенно интенсивно развивались исследования в области обжимно–заготовочного производства, на первом рубеже борьбы за преодоление диспропорции между объемами производства стали и пропускной способностью прокатного передела.



Валентин Митрофанович Клименко (в центре, по правую руку от академика А.П.Чекмарева) с сотрудниками прокатного отдела ИЧМ (конец пятидесятых годов)

В первом ряду сидят слева направо В.П.Гречко, В.И.Мелешко, В.Д.Чехранов, В.М.Клименко, А.П.Чекмарев, Н.П.Спиридонов, В.Л.Павлов, Г.Г.Побегайло, Ю.С.Чернобривенко)

В коллективе прокатного отдела ИЧМ был создан творческий подход к решению государственных научно–технических проблем, любого масштаба. В пятидесятых годах специалистами отдела с участием специалистов других организаций, металлургических заводов и институтов был выполнен комплекс научно–исследовательских работ по направлению «Разработка и внедрение усовершенствованных режимов прокатки на обжимных станах – блюмингах и слябингах». Было показано, что увеличение обжатий при прокатке на блюмингах способствует более равномерной деформации и созданию схемы напряженного состояния в большей степени, способствующей сохранению сплошности деформируемого металла, чем при прокатке с малыми обжатиями, что, в конечном счете, приводит к улучшению качества полупродукта. Тем самым была опровергнута теория «осторожных» обжатий, которой раньше руководствовались при выборе режимов прокатки на обжимных станах. Результаты выполненных исследований непременно использовались при разработке и совершенствовании технологии производства прокатной продукции с высокими потребительскими свойствами. С другой стороны – в рамках работ прикладной направленности решались общеотраслевые задачи по отработке параметров типовых технологий. Это давало возможность без существенных материальных затрат повышать уровень техники и технологии всего прокатного передела отрасли. Возможно, поэтому научные интересы Валентина Митрофановича были подчинены решению насущных проблем того времени [1,2].

Обобщая результаты своих исследований, в сентябре 1961 года Валентин Митрофанович взял творческий отпуск для завершения работы над докторской диссертацией на тему «Исследование закономерностей при прокатке в гладких (на блюмингах), прямоугольных и разрезных калибрах». В то же время в прокатном отделе ИЧМ уделялось большое внимание наиболее эффективным и высокопроизводительным процессам прокатного передела, таким как процесс непрерывной, а позднее бесконечной сортовой прокатки [3]. Поэтому значительную часть своих последующих научных изысканий Валентин Митрофанович посвятил созданию и развитию основных научных и технологических положений процесса непрерывной сортовой прокатки. По существу, он является одним из первых отечественных «непрерывщиков».

Научно–технические, направления, начало которым было положено Валентином Митрофановичем в прокатном отделе ИЧМ, развивались на кафедре обработки металлов давлением Донецкого политехнического института (ныне Донецкий Национальный технический университет – ДонНТУ) и в прокатном отделе ИЧМ.

Одно из таких направлений – непрерывная прокатка балочных профилей. Технологический процесс прокатки балочных профилей на сортовых станах состоит в последовательной деформации раската в ряде балочных калибров после прокатки заготовки в разрезном калибре. При реализации этого процесса на станах линейного или шахматного типа или на станах с последовательным расположением клетей, после разрезки заготовки в разрезном калибре прокатку осуществляли в ряде закрытых балочных калибров, с разъемом попеременно сверху или снизу калибра. Основными недостатками технологического процесса прокатки балочных профилей в закрытых балочных калибрах являются ограниченная степень деформации металла в калибрах, не позволяющая интенсифицировать процесс деформации и требующая большого количества клетей (калибров); сложность получения высоких фланцев профиля, особенно при прокатке широкополочных балок с небольшим уклоном внутренних граней (балок с параллельными гранями полок); возможность защемления прокатываемого профиля боковыми стенками закрытой части калибра, затрудняющего прямолинейный выход раската из валков, увеличивающего вероятность поломки выводных проводок и «оковывания» валков, вызывающего повышенную неравномерность износа калибров. Эти недостатки, а также ограниченные скорости и значительное время цикла прокатки на станах устаревшей конструкции, а, следовательно, и значительное охлаждение прокатываемого металла приводило к тому, что прокатка на них была либо низко эффективна (при производстве нормальных балок), либо практически невозможна (при производстве широкополочных, тонкостенных балок и балок с параллельными гранями полок). Между тем, в мировой практике неуклонно увеличивалось производство и применение в промышленности и строительстве экономичных профилей с утонченными элементами сечения профиля, в том числе из коррозионностойких сталей. Так, в Западной Европе в настоящее время практически не выпускают двутавровые балки с уклоном внутренних граней фланцев. Основными строительными профилями стали широкополочные балки.

Более благоприятные температурные условия создаются при прокатке балок на непрерывных станах. Однако при этом сохраняются все недостатки процесса прокатки балок в двухвалковых калибрах, и прокатка балок с широкими полками и параллельными гранями полок встречает такие же затруднения, как и на линейных станах.

Кроме того, прокатка балок на непрерывных станах осложняется еще одним обстоятельством. В процессе непрерывной прокатки на формоизменение металла и заполнение калибров значительное влияние оказывают межклетевые силы, неизбежные при реализации этого процесса.

В результате исследований, выполненных В.М.Клименко и его учениками А.А.Минаевым и Л.Н.Лесиком, было показано, что при непрерывной прокатке балок в закрытом балочном калибре с натяжением изменение приращения высоты фланцев профиля происходит только в открытых

фланцах калибра. При этом заметное влияние оказывает только заднее натяжение.

Создание систем регулирования межклетевого натяжения с учетом опыта, накопленного при прокатке балочных профилей на станах линейного типа и простых профилей на непрерывных станах, а также результатов упомянутых выше исследований обусловило создание непрерывных сортовых станов, в состав основного технологического оборудования которых входили универсальные клетки, с разнообразным сортаментом, включающим балочные профили. Ввод в состав оборудования непрерывных сортовых станов универсальных клеток позволил более полно использовать их преимущества по сравнению с дуо клетями, при прокатке балочных профилей:

- упростить конструкцию элементов калибров, что позволило сократить затраты на переточку валков;
- обеспечить равномерное распределение крутящего момента между ними за счет равенства диаметров приводных горизонтальных валков;
- упростить проводковую арматуру;
- повысить срок службы валков и сократить время на перевалку;
- унифицировать калибры, т.е. использовать один и тот же калибр универсальной клетки для прокатки различных профилеразмеров балочного профиля, а также использовать в нескольких клетях взаимозаменяемые валки одинаковой конфигурации.

Результаты исследований, выполненных В.М.Клименко и учениками его школы, по анализу силового взаимодействия очагов деформации рабочих клеток непрерывных прокатных станов и оценке его влияния на изменение металла и заполнение калибров в процессе непрерывной прокатки балочных профилей [4–6], и расширение применения универсальных клеток легли в основу создания нетрадиционного процесса непрерывной прокатки балочных профилей с использованием неприводных универсальных клеток, созданного в ИЧМ [7,8].

В основу этого процесса положена идея более полного использования резерва втягивающих сил трения, имеющего место в очагах деформации смежных приводных клеток при установившемся процессе прокатки. В ИЧМ были выполнены исследования физических основ взаимодействия очагов деформации приводных и неприводных рабочих клеток непрерывного прокатного стана через прокатываемую полосу. Схемы компоновки рабочих клеток технологического участка непрерывного среднесортного стана 450 при реализации стандартной технологии и разработанной технологии с использованием неприводной универсальной рабочей клетки (НУК), а также форма калибров валков при реализации этих технологий, представлена на рис.1. НУК установлена на выходной стороне приводной рабочей клетки (ПК). Очаг деформации НУК, расположенный в межклетевом промежутке ПК, вынесен за пределы их очагов деформации. Про-

цесс деформации металла в НУК осуществляется за счет резерва втягивающих сил трения, в очагах деформации ПК. Предыдущая ПК рассматриваемого межклетьевого промежутка проталкивает раскат через НУК, а последующая ПК извлекает раскат из НУК после выхода его заднего конца из предыдущей ПК.

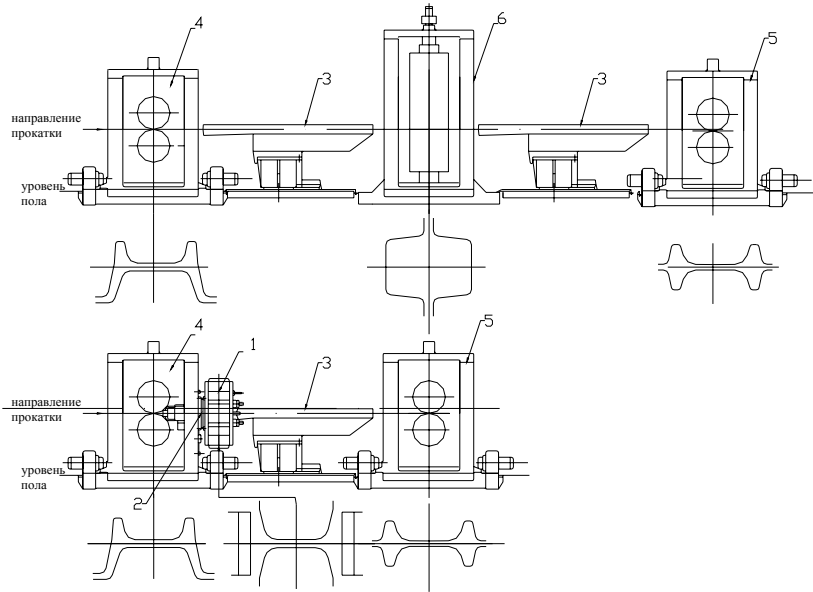


Рис.1. Схемы компоновки рабочих клеток технологического участка непрерывного среднесортного стана 450 при реализации стандартной технологии и технологии с использованием НУК, и форма калибров валков при реализации этих технологий

1 – НУК; 2 – привалковый брус первой приводной рабочей клетки; 3 – передаточный стол; 4,5 – приводные горизонтальные рабочие клетки; 6 – приводная вертикальная рабочая клетка.

Использование неприводных универсальных клеток в линии непрерывного среднесортного стана 450 при реализации разработанной технологии с использованием НУК по сравнению со стандартной технологией позволило увеличить количество универсальных формирующих калибров в процессе непрерывной прокатки балок, вывести из технологического потока приводную вертикальную клетку, мощность электропривода которой составляет 2000 кВт, сократить длину технологического участка, повысить точность формирования подката для прокатки в открытом балочном калибре с одновременным повышением его поперечной устойчивости и обеспечило ряд других эффектов. Использование собственно неприводных рабочих клеток в линиях непрерывных сортопрокатных станов дает

возможность повысить их вытяжную способность снизить энергозатраты на 15–20% за счет уменьшения расхода энергии на собственно процесс деформации и потерь энергии в линиях привода рабочих клетей и межклетевых промежутках. Они позволяют сократить габариты технологических линий станов, зданий для их сооружения, а, следовательно, и капитальные затраты на строительство новых и реконструкцию действующих станов. Использование НК дает возможность практически вдвое увеличить количество формирующих калибров в линии стана без изменения его габаритов, что повышает технологическую гибкость стана. Применение процесса непрерывной сортовой прокатки с использованием неприводных рабочих клетей или разновидностей этого процесса, предусматривающих использование трехочаговых прокатных модулей, многоочаговых рабочих клетей, дает возможность решать различные технические задачи сортопрокатного производства. С использованием НК можно, например, осуществить перевод сортопрокатного стана на увеличенное сечение заготовки без увеличения габаритов и количества приводных рабочих клетей при минимальных затратах; разгрузить наиболее загруженные приводные рабочие клетки в линии стана; повысить точность прокатки при использовании НК в качестве калибрующих клетей и многие другие технические задачи производства.

Другое направление непрерывной сортовой прокатки, развитое Валентином Митрофановичем на кафедре ОМД ДПИ, получившее дальнейшее развитие в исследованиях донецкой и днепропетровской научных школ прокатчиков и наиболее эффективно реализованное в практике сортопрокатного производства – процесс многоручьевой прокатки – разделения (МНР) [9, 10]. В результате этих исследований разработаны теоретические и технологические основы нового нетрадиционного высокоэффективного процесса сортовой прокатки – процесса прокатки с продольным разделением многониточного раската в прокатных валках рабочих клетей и с использованием неприводных деформационно–делительных устройств. Согласно одному из вариантов реализации этого процесса (рис.2), разработанному специалистами ДонНТУ совместно с НПО «Доникс» и металлургическим комбинатом «Криворожсталь» (ныне «АрселорМиттал Кривой Рог»), из подката квадратного или прямоугольного сечения первоначально формируют сдвоенный раскат, состоящий из двух раскатов квадратного сечения, соединенных между собой толстой перемычкой. Продольное разделение этого раската осуществляют в разрывно–разрезном сдвоенном (двухручьевом) калибре приводной прокатной клетки. Полученные после разделения каждый из двух раскатов квадратного сечения прокатывают в последующих предчистовых овальных и чистовых арматурных калибрах на готовый профиль.

По другому подходу, продольное разделение раската с тонкой перемычкой осуществляют с помощью автономных делительных устройств с неприводным рабочим инструментом (выводной разделительной привалковой

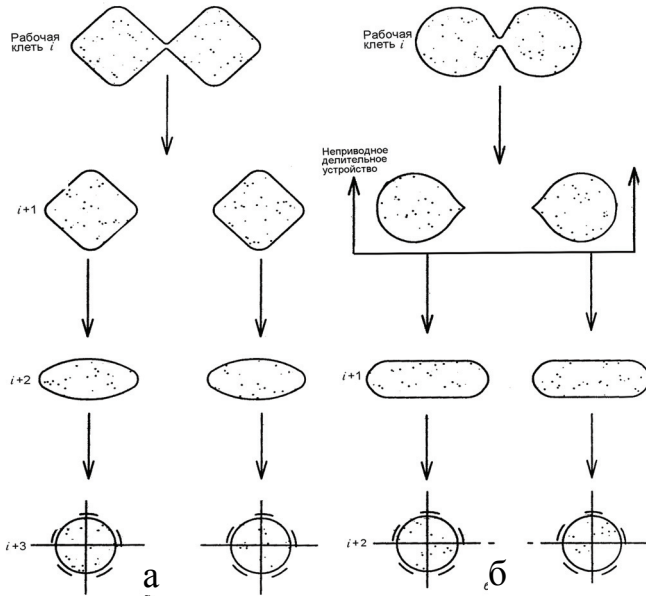


Рис.2. Технологические схемы реализации процесса прокатки–разделения. а – по первому подходу (разделение валками); б – по второму подходу (разделение неприводными делительными устройствами)

арматуры), установленных на выходной стороне приводной прокатной клетки, осуществляющей подготовку раската к продольному разделению. Этот подход к реализации процесса МПР нашел широкое применение в мировой практике. Исследования условий его реализации, развитие научных основ и создание новых технологических схем, предусматривающих использование неприводного рабочего инструмента, находятся в сфере научных и технических интересов ИЧМ. Основным преимуществом подхода, основанного на использовании автономных неприводных делительных устройств, является эффективное использование установленной мощности прокатного стана. В отличие от первого подхода, где для выполнения малоэнергоемких, но ответственных технологических операций (собственно продольного разделения раската) используются агрегаты большой установленной мощности (прокатные клетки), здесь для этих целей применяют компактные неприводные делительные устройства. Появляется возможность вывести из эксплуатации в линии прокатного стана часть прокатных клеток, что обеспечивает дополнительное сокращение расхода электроэнергии и прокатных валков при прокатке; заменить про-

водки скольжения неприводными устройствами с делительными роликами высокой эксплуатационной стойкости; существенно повысить точность симметрии и качество разделения раската за счет высокой осевой и радиальной жесткости установки делительных роликов и повышения требований к настройке прокатных клетей. На металлургических предприятиях, где применяются технологии, основанные на процессе МПР с делением раската неприводными делительными устройствами, удельный расход электроэнергии при двухручьевой прокатке – разделении уменьшился на 12–25%, при четырехручьевой – до 30%; удельный расход прокатанных валков при двухручьевой прокатке – разделении по сравнению с обычным двухниточным станом снижается примерно на 15%, а при четырехручьевой – на 20%. Так как в процессе МПР с неприводными делительными устройствами деление раскатов осуществляется в проводковой арматуре, то он легко поддается совершенствованию в направлении дальнейшего повышения эффективности его использования по мере накопления практического опыта, и результатов обобщения научных и технологических основ этого процесса.

Комплекс исследований и разработок, выполненных по этому направлению сотрудниками ИЧМ НАН Украины, ДонНТУ, НПО «Доникс» и комбината «Криворожсталь» в 1975–2005 гг., был обобщен в работе «Теория и практика нетрадиционного процесса прокатка–разделение» и удостоен Государственной премии Украины в области науки и техники за 2006 г. Таким образом, в этой работе были объединены творческие усилия днепропетровской и донецкой научных школ прокатчиков, в одной из которых начинал свой творческий путь, а вторую – создал Валентин Митрофанович Клименко. Эта премия – определенная дань уважения Валентину Митрофановичу, его научному предвидению.

Выдающийся ученый прокатчик, заслуженный деятель науки Украины, доктор технических наук, профессор Валентин Митрофанович Клименко остается в памяти у прокатчиков Института черной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины, всех, кто с ним работал, у него учился, глубоко уважаемым ученым и педагогом, человеком, преданным любимому делу, устремленным в неизведанные дали науки и техники.

1. *Клименко В.М.* Вывод формул для определения давлений при прокатке в разрезных калибрах. Прокатное производство Научные труды ИЧМ АН УССР. – Том XVII. – 2. – С.67–83.
2. *Клименко В.М.* Влияние некоторых факторов на заполнение металлом разрезных калибров. Прокатное производство Научные труды том ИЧМ АН УССР. – VII, 1962. – С.99–113.

3. *Исследование* электросварочной машины и режимов сварки бесконечной заготовки на стане 350–2 / А.П.Чекмарев, В.М.Клименко, А.И.Жуков и др.// Прокатное производство. Научные труды ИЧМ АН УССР. – Том XXI. –, 1965. – С.5–18.
4. *Исследование* непрерывной прокатки фланцевого профиля / В.М.Клименко, А.А. Минаев, Л.Н.Лесик и др.// Сталь. –973.– № 6. – С.54–57
5. *Комплексное* исследование параметров непрерывной прокатки фланцевых профилей на непрерывном и полунепрерывном станах / В.М.Клименко, А.А.Минаев, Л.Н.Лесик и др.// Сборник научных трудов ДПИ в области металлургической промышленности. Донецк. – 1971. – С.28–33
6. *Кинематические* и силовые параметры свободной и непрерывной прокатки фланцевых профилей / В.М.Клименко, А.А.Минаев, Л.Н.Лесик и др.// Теория прокатки. Материалы всесоюзной научно–технической конференции «Теоретические проблемы прокатного производства» –: Металлургия, 1979.– С.189–192
7. *Теряев В.А., Жучков С.М., Лохматов А.П.* Производство балочных профилей с использованием неприводных универсальных клетей. // Сталь.– № 11.– 1989.– С.55–58.
8. *Непрерывная* прокатка сортовой стали с использованием неприводных рабочих клетей. /А.П.Лохматов, С.М.Жучков, Л.В.Кулаков и др.// К.: Наукова думка, 1998.– 242 с.
9. *Многоручьевая* прокатка–разделение. Научные и технологические основы В.М.Клименко, С.П.Ефименко, В.Ф.Губайдулин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 169 с.
10. *Процесс* прокатки–разделения с использованием неприводных делительных устройств. Теория и практика. / С.М.Жучков, А.П.Лохматов, Н.В.Андрианов и др. // ООО Издательство «Пан пресс», Украина–Беларусь, 2007. – 342 с.