

УДК 621.774.3

**С. Л. СТАСЕВСКИЙ**, директор института, ГП «УКРГИПРОМЕЗ»,  
Днепропетровск;

**А. Н. СТЕПАНЕНКО**, главный инженер института, ГП  
«УКРГИПРОМЕЗ», Днепропетровск;

**Ю. Д. УГРЮМОВ**, канд. техн. наук, вед. инженер, ОВЭСТ, ГП  
«УКРГИПРОМЕЗ», Днепропетровск;

**Б. Г. ПАВЛОВСКИЙ**, канд. техн. наук, вед. инженер, ПАО «Интерпайп  
НТЗ», Днепропетровск;

**Д. Ю. УГРЮМОВ**, вед. специалист, ПАО «Интерпайп НТЗ»,  
Днепропетровск.

### **НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТА 5-12" С ПИЛИГРИМОВЫМИ СТАНАМИ ПАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ»**

Рассмотрены вопросы проведения модернизации и реконструкции пилигримового агрегата 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ». Модернизация и реконструкция ТПА 5-12" позволит значительно продлить срок службы агрегата и улучшить его технико-экономические показатели. Внедрение технологии и оборудования для подготовки передних концов гильз является важнейшим перспективным мероприятием, обеспечивающим прирост объема производства ~ 12 тыс. тонн труб в год. В результате поэтапного внедрения мероприятий на ТПА 5-12" прирост производства составит 60-70 тыс. тонн труб в год.

**Ключевые слова:** труба, пилигримовый агрегат, модернизация, реконструкция.

**Введение.** Трубопрокатный цех с пилигримовым агрегатом 5-12" был построен по проекту Укргипромеза и технологическому заданию ВНИТИ (сейчас ГП «НИТИ» им. Я.Е. Осады).

Основное оборудование ТПА 5-12" было спроектировано Чепельским проектным институтом (Венгрия) и изготовлено на Чепельском машиностроительном заводе. Агрегат был пущен в декабре 1968 года и предназначен по проекту для производства обсадных труб и труб общего назначения, котельных труб диаметром 140-324 мм с толщиной стенки 8-60 мм. Проектная мощность агрегата в зависимости от сортамента должна была находиться в пределах 380-420 тыс. тонн труб в год. Из-за конструктивных недостатков поставленного оборудования, в основном это было связано с неудовлетворительной конструкцией подающих аппаратов, в период освоения проектная мощность не была достигнута. В последствие венгерские подающие аппараты были модернизированы с участием Института черной металлургии (г. Днепропетровск).

Проектная мощность агрегата была утверждена на уровне 330 тыс. тонн труб в год в сортаменте 1974 г. и достигнута в 1976 году.

В восьмидесятые годы прошлого столетия была проведена частичная модернизация оборудования ТПА 5-12" с участием венгерской стороны.

В мире имеется положительный опыт модернизации средних и больших пилигримовых агрегатов с переходом на непрерывнолитую заготовку, замену подающих аппаратов и автоматизацию процессов пилигримовой прокатки.

В этой связи замену пилигримового способа на непрерывный в условиях ПАО «Интерпайп НТЗ» следует считать не эффективной, так как такая замена не расширяет сортамент прокатываемых труб, а проведение поэтапной модернизации действующего агрегата 5-12" позволит существенно улучшить практически все технико-экономические показатели.

**Постановка задачи.** Представляет интерес анализ планировавшихся и частично проведенных ранее реконструктивных мероприятий на ТПА 5-12" с пилигримовыми станами НТЗ, т.к. эти вопросы продолжают оставаться актуальными и в настоящее время. Необходимо на основе анализа современного состояния ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» определить рациональные границы его модернизации и реконструкции.

**Изложение результатов работы.** Анализ проекта реконструкции ТПА 5-12" НТЗ в рамках советско-венгерского сотрудничества Сотрудничество между СССР и Венгерской народной республикой (ВНР) в конце 70-х – начале 80-х годов прошлого столетия предусматривало проведение реконструктивных мероприятий на ТПА 5-12" Нижнеднепровского трубопрокатного завода (НТЗ) им. К. Либкнехта.

В рамках этого сотрудничества на ТПА 5-12" НТЗ намечалось осуществление следующих мероприятий:

- №1- Установка воздушных цилиндров подающего аппарата с системой синхронизации «валки-подающий аппарат».
- №2- Установка нового механизма подачи подающего аппарата комплектно с кареткой.
- №3- Реконструкция узлов главной линии пилигримового стана с заменой шпинделей, шестеренных клетей, предохранительных муфт, маховиков.
- №4- Модернизация участка внестановой зарядки гильз с возможностью использования водоохлаждаемого дорна.
- №5- Установка оборудования для подготовки передних концов гильз на стане-элонгаторе.

№6- Испытание опытного устройства для дистанционного управления главным дистрибутором подающего аппарата пилигримового стана.

В 1976 году объем производства труб на ТПА 5-12" НТЗ находился на уровне 330 тыс. т труб в год, что соответствовало уточненной проектной мощности в сортаменте 1974 года.

При проведении реконструктивных мероприятий на ТПА 5-12" НТЗ предусматривалось:

- модернизировать подающие аппараты, применив гидромеханическую систему стабилизации подачи металла в валки и усовершенствованную систему торможения подвижных масс;
- модернизировать систему внестановой зарядки для обеспечения вспомогательного времени прокатки не более 35 с;
- установить на выходной стороне стана – элонгатора устройство для обкатки передних концов гильз с целью сокращения времени затравки металла в валки пильгерстана и уменьшения массы отрезаемого затравочного конца трубы;
- применить безззорное шпиндельное соединение валков и шпинделей, новую конструкцию муфты предельного момента вместо брешшпинделя и шестеренные клетки на подшипниках качения, а также облегченные маховики пильгерстанов для обеспечения затравки металла и обкатки пильгерголовок на сниженных оборотах валков и прокатку при установившемся процессе на высоких оборотах.

Из перечисленных мероприятий полностью внедрились лишь модернизированный участок внестановой зарядки, на стане-элонгаторе установили оборудование для подготовки передних концов гильз и на пилигримовом стане № 1 установили облегченный маховик Ø 6500 мм (на пильгерстане № 2 оставили старый маховик Ø 8500 мм). Остальные мероприятия оказались конструктивно неработоспособными.

Позднее заменили пилигримовые клетки на более жесткие и станину стана- элонгатора.

Для обеспечения производства обсадных труб по ГОСТ 632-80 был установлен второй – пятиклетьевого калибровочный стан конструкции ПО «ЭЗТМ», который хорошо себя зарекомендовал в процессе эксплуатации и обеспечил выполнение требований ГОСТ 632-80.

В последующее время (почти за 40 лет) были усовершенствованы лишь отдельные узлы станов ТПА 5-12". В 2012 году была установлена пила фирмы

«Лизингер» (Австрия) для холодной порезки штанг непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) круглого поперечного сечения.

Несмотря на относительно скромные масштабы проведенных реконструктивных мероприятий на ТПА-5-12" НТЗ в рамках советско-венгерского сотрудничества анализ планировавшихся проектных решений и неудач в их внедрении представляют интерес, так как многие проблемы имевшие место в начале 80-х годов прошлого столетия [1. 2] являются актуальными и в настоящее время.

Недостатки в работе прокатного оборудования ТПА 5-12" по проекту:

- конструкция узлов главной линии пилигримового стана характеризуется большими зазорами, раскрывающимися в каждом цикле прокатки, что приводит к значительным динамическим нагрузкам при увеличении числа оборотов валков и, как следствие, к преждевременному выходу из строя узлов главной линии;
- отсутствие эффективных предохранительных устройств в главной линии пилигримового стана приводит к повышенным простоям при поломке и замене действующих предохранительных устройств;
- существующий механизм подачи не обеспечивает стабильной подачи в каждом цикле прокатки. Значительный разброс подачи от цикла к циклу предопределяет необходимость прокатки с пониженной подачей. При таком неустойчивом процессе исключается также возможность контроля величины подачи – важнейшего параметра пилигримовой прокатки;
- отсутствуют работоспособные устройства для подготовки переднего конца гильзы;
- эстакада манипулятора участка внестановой зарядки гильз дорнами выполнена не жесткой. Кроме того, существующая конструкция эстакады затрудняет подъезд мостовых кранов к рабочим клетям пилигримовых станов и ограничивает обзор с рабочего места вальцовщика. Решетка для передачи гильз на позицию зарядки затрудняет обслуживание рольганга от элонгатора. Недостатки конструкции оборудования участка внестановой зарядки гильз дорнами приводят к повышенным простоям участка и, как следствие, к увеличению вспомогательного времени прокатки.

*Технические решения для модернизации ТПА 5-12" НТЗ.* Для устранения вышеуказанных недостатков в процессе советско-венгерского сотрудничества были созданы новые конструкции отдельных узлов и агрегатов, которые

должны были повысить число оборотов валков пилигримового стана, уменьшить вспомогательное и машинное время прокатки, а также улучшить качество выпускаемых труб.

В соответствии с этим предусматривалось внедрение следующих мероприятий.

*Установка воздушных цилиндров новой конструкции подающих аппаратов.* Быстроходный воздушный цилиндр с гидропневматическим торможением и постоянным осевым подпором воздуха на плунжер и добавочным воздухом должен был обеспечить прокатку труб с максимальным числом оборотов валков до 100 в минуту.

Новая конструкция гидропневматического тормоза должна была позволить тормозить подвижные массы аппарата с максимально допустимым ускорением по всей длине тормозного пути.

Быстроходность воздушного цилиндра должна была обеспечиваться специальной системой автоматической синхронизации «валки – подающий аппарат».

Основные узлы воздушного цилиндра имели увеличенные на 50 % по сравнению с существующими запасы прочности. В конструкции отдельных элементов применены новые износостойкие материалы.

Воздушный цилиндр был создан на базе имеющегося опыта исследований, конструирования и эксплуатации. Цилиндр устанавливается в специальную каретку подачи. Дополнительных трубопроводов и переделок стана не требуется.

*Установка нового механизма подачи.* Для устранения разброса подачи при пыльгерованиях, снижающего производительность пыльгерстана и являющегося также одной из причин перегрузки главной линии, был создан специальный электрогидравлический винтовой механизм подачи, в котором подача в каждом цикле пыльгерования осуществляется с помощью винтового механизма, а извлечение дорна из раската и транспортные операции – с помощью гидроцилиндров. Точность работы механизма по техпроекту  $\pm 1$  мм подачи.

Наличие винтового механизма с электроприводом позволяет изменить величину подачи в широких пределах и в каждый момент времени точно определяет ее величину. Параметры механизма подачи и воздушного цилиндра выбраны таким образом, что их совместная работа производилась в дорезонансном режиме.

Механизм подачи в случае каких-либо неполадок позволяет осуществить работу пилигримового стана по существующей схеме.

При установке нового механизма подачи на стан требуется дополнительная секция станины, которая поставляется комплектно с механизмом подачи. Станина может быть смонтирована без остановки стана.

Учитывая, что при существующем механизме подачи разброс подачи составляет  $\pm 10\%$ , фактическую подачу держат на 10% ниже номинальной во избежание ухудшения качества труб.

При работе на оборотах до 100 в минуту для труб  $\varnothing$  6-9" требуется снижение величины подачи на 10%. Однако, учитывая стабильность подачи, обеспечиваемую новым механизмом, ее можно понизить только на 5% при увеличении числа оборотов валков; для труб свыше 9" подача сохраняется на существующих параметрах.

*Реконструкция узлов главной линии пилигримового стана.* При разработке окончательного варианта главной линии была сохранена классическая схема: двигатель, маховик, предохранительное устройство (брехшпиндель), шестеренная клеть, приводные шпиндели, валки пилигримовой клетки.

Однако, в конструкцию отдельных элементов схемы, внесены существенные конструктивные изменения.

Маховик в существующих конструкциях пильгерстанов изготовлен из отдельных элементов – обод (4 части), спицы, ступица. В техническом рабочем проекте маховик выполнен из трех частей: ступица, обод и цельный диск, что намного повышает его надежность. Кроме того, маховый момент маховика равен маховому моменту существующего маховика.

Шестеренная клеть при прокатке в форсированном режиме подвергается действию значительных динамических и статических нагрузок. С целью увеличения надежности работы согласно проекту она выполнена на подшипниках качения.

В проекте главной линии пришлось отказаться от традиционной конструкции приводного шпинделя пильгерстана с тrefовыми соединениями, так как значительные зазоры являются источником больших динамических нагрузок.

В проекте приводных шпинделей в качестве шарнирного соединения использован шарнир Гука.

В конструкции главной линии предусмотрены эффективные, легко восстанавливаемые предохранительные муфты со срезными пальцами.

Предусматривается система управления главным двигателем, позволяющая вести процесс пилигримовой прокатки с переменным числом оборотов валков по длине гильзы. При этом управляющие сигналы передаются в систему синхронизации «валки – подающий аппарат» и систему управления приводом механизма подачи.

Шестеренная клеть и маховик устанавливаются на существующие фундаменты.

Указанные мероприятия позволяют реализовать возможности воздушного цилиндра подающего аппарата по увеличению поля оборотов валков пилигримового стана до 100 в минуту.

*Модернизация участка внестановой зарядки гильз дорнами.* Для повышения надежности работы узлов участка эстакада манипулятора для каждой клетки выполняется отдельной с консолью. При этом улучшается видимость и условия обслуживания клеток пилигримового стана.

Снижение простоев механизмов внестановой зарядки дорнов позволяет достичь вспомогательного времени прокатки 30,5 с, вместо среднего значения 35 с, достигнутого ранее.

*Использование водоохлаждаемого дорна.* Наряду с внестановой зарядкой гильз дорнами предусматривалась возможность использования водоохлаждаемого дорна новой конструкции.

Предлагаемая конструкция водоохлаждаемого дорна имеет следующие преимущества: наличие быстроразъемного соединения (хвостовик в Т-образном пазу, установленный с зазорами) обеспечивает нормальную работу стана при отсутствии настройки каретки аппарата по оси прокатки; применение направляющего ролика, катящегося в специальном пазу желоба, упрощает и облегчает конструкцию, а также уменьшает износ направляющих; сброс воды непосредственно под желоб аппарата позволяет ограничиться одним гибким подводом, что улучшает обзор вальцовщику и сокращает время на замену дорна; применение гибкого подвода, состоящего из трех шлангов, более короткого троса, принимающего на себя нагрузки, и двух накидных гаек, обеспечивает бесперебойное охлаждение дорна при больших динамических нагрузках.

Опытная и полупромышленные конструкции водоохлаждаемого дорна прошли успешные испытания и доводку на пилигримовом стане 6-12" завода им.К.Либкнехта. Водоохлаждаемый дорн обеспечивает снижение вспомогательного времени по сравнению с зарядкой обычного дорна в линии стана, однако по сравнению с внестановой зарядкой дорнов вспомогательное

время увеличивается, что приводит к снижению производительности по сравнению с вариантом внестановой зарядки на 1-2%. Использование водоохлаждаемого дорна обеспечивает повышение в 1,5-2,0% раза стойкость дорнов, а также точности труб по толщине стенки. Применение водоохлаждаемого дорна целесообразно для тонкостенных труб при большом диаметре дорна.

*Установка оборудования для подготовки переднего конца гильзы.* Обкатка переднего конца гильзы на стане элонгаторе ТПА 5-12" может производиться инструментом трения (матрицы) или качения (холостые валки). После обработки конца гильзы определенной длины инструмент (матрицы или валки) разводится и пропускает гильзу.

При создании новой конструкции учитывался опыт эксплуатации установки для подготовки переднего конца гильзы холостыми валками на прошивном косовалковом стане ТПА 6-12" завода им. К. Либкнехта и ТПА 6-12" Чепельского трубного завода при подготовке переднего конца гильзы матрицами.

В обработанный передний конец гильзы дорн задается с натягом, что не позволяет гильзе скользить по дорну во время затравки и обеспечивает возможность осуществления процесса прокатки на максимальных оборотах валков пилигримового стана. Кроме того, затравка осуществляется за меньшее количество ударов. Коэффициент затравки снижается в среднем на 60-70%. Затравочный конец трубы при этом получается значительно лучшего качества, что приводит к снижению расходного коэффициента металла на 0,5%.

Были предусмотрены два варианта проведения реконструкции ТПА 5-12" в ТПЦ № 4 Нижнеднепровского трубопрокатного завода.

Первый вариант предусматривает осуществление всех реконструктивных мероприятий рассмотренных выше. Основные показатели при осуществлении реконструкции ТПА 5-12" по I варианту приведены в таблице 2. При этом работа пилигримовых станов предусматривается на максимально возможных числах оборотов валков на протяжении всего цикла прокатки. Процесс затравки на максимальных числах оборотов валков осуществляется за счет прижатия обработанного конца гильзы к дорну и облегчения условий захвата гильзы валками.

Прирост по сравнению с проектной мощностью (330 тыс. т труб в год) составляет около 74 тыс. т труб в год (табл. 1).



Таблица 1. Основные показатели при осуществлении реконструкции ТПА 5-12" Нижнеднепровского трубопрокатного завода по I варианту

Номер мероприятия по реконструкции	I вариант				I этап			
	оборудование			прирост производства, тыс. т	оборудование			прирост производства, тыс. т
	количество	вес, т	общий вес, т		количество	вес, т	общий вес, т	
1	2	39,2	78,4		1	39,2	39,2	
То же без системы синхронизации	3	38,0	114		2	38,0	76,0	
2	2	80	160		1	80,0	80,0	
3								
в том числе:								
- шпиндели	8	8,6	68,8		4	8,6	34,4	
- шестеренная клеть	2	104,0	208,0		1	104,0	104,0	
- предохранительная муфта	4	15,4	61,6		2	15,4	30,8	
- маховик	2	82,0	164,0		1	82,0	82,0	
4	1	194,0	194,0		1	194,0	194,0	
5	1	19,0	19,0		1	19,0	19,0	
6	2	4,0	8,0		1	4,0	4,0	
<b>Итого</b>			<b>1075,8</b>	<b>74</b>			<b>663,4</b>	<b>30</b>

Реконструктивные мероприятия предполагалось осуществить в два этапа. На *первом этапе* предусматривалась установка опытно-промышленных образцов воздушного цилиндра, механизма подачи, узлов главной линии пилигримового стана и модернизации участка внестановой зарядки гильз дорнами с возможностью использования водоохлаждаемого дорна. Установка оборудования подготовки переднего конца гильз и модернизация участка внестановой зарядки гильз дорнами обеспечивает работу двух клетей пилигримового стана с новыми параметрами. Увеличение объема производства по сравнению с проектной мощностью составляет около 45 тыс. т труб в год. *Второй этап* (полная реконструкция по первому варианту) осуществляется после получения положительных результатов испытания и освоения опытно-промышленных образцов оборудования. Увеличение объема производства при сооружении только установки для подготовки переднего конца гильз по сравнению с проектной мощностью составляет 12 тыс. т труб в год. При внедрении в производство установки для подготовки переднего конца гильзы,

подающих аппаратов новой конструкции и модернизации узлов главной линии пилигримового стана увеличение объема производства по сравнению с проектной мощностью составляет 67500 т труб в год. Увеличение объема производства по сравнению с проектной мощностью при внедрении мероприятий по модернизации участка внестановой зарядки гильз дорнами составляет 7800 т труб в год.

*Второй вариант* предусматривал осуществление полного комплекса мероприятий без подготовки переднего конца гильзы. Основные показатели при осуществлении реконструкции ТПА 5-12" по II варианту приведены в табл. 2.

Таблица 2. Основные показатели при осуществлении реконструкции ТПА 5-12" Нижнеднепровского трубопрокатного завода по II варианту

Номер мероприятия по реконструкции	II вариант				II этап			
	оборудование			прирост производства, тыс. т	оборудование			прирост производства, тыс. т
	количество	вес, т	общий вес, т		количество	вес, т	общий вес, т	
1	2	39,2	78,4		1	39,2	39,2	
То же без системы синхронизации	3	38,0	114,0		2	38,0	76,0	
2	2	80,0	160,0		1	80,0	80,0	
3								
в том числе:								
– шпиндели	8	8,6	68,8		4	8,6	34,4	
- шестеренная клеть	2	104,0	208,0		1	104,0	104,0	
– предохранительная муфта	4	15,4	61,6		2	15,4	30,8	
– маховик	2	82,0	164,0		1	82,0	82,0	
4	1	194,0	194,0		1	194,0	194,0	
5	-	-	-		-	-	-	
6	2	4,0	8,0		1	4,0	4,0	
<b>Итого</b>			<b>1056,8</b>	<b>60,0</b>			<b>644,4</b>	<b>39</b>

Таким образом, при установке на ТПА 5-12" нового технологического оборудования общим весом около 1100 т может быть обеспечен прирост производства примерно на 60-75 тыс. т труб в год, в том числе на первом этапе

при весе опытных образцов оборудования около 660 т прирост производства составит около 39-45 тыс. т труб в год.

*Современное состояние оборудования ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» и пути его модернизации.* На рисунке приведена современная схема расположения оборудования ТПА 5-12" цеха нефтегазового сортамента.

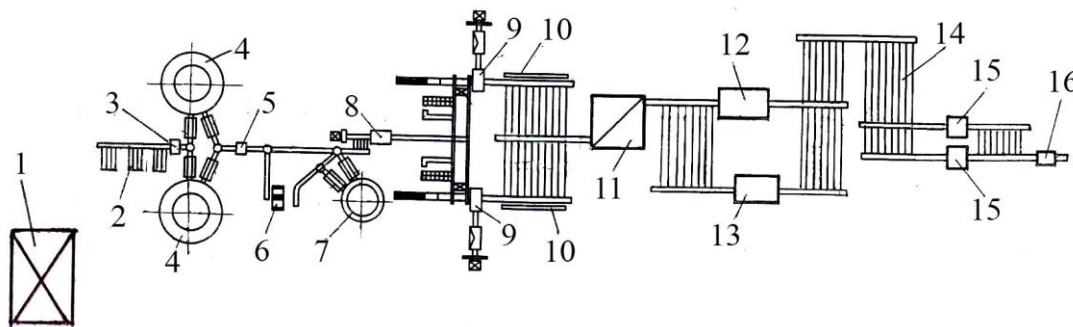


Рис. – Расположение оборудования ТПА 5-12” на участке проката цеха нефтегазового сортамента: 1-пила для резки штанг НЛЗ; 2-стеллажи загрузки заготовки; 3-весы; 4 -кольцевая нагревательная печь; 5-установка гидросбива окалины; 6-прошивной гидравлический пресс усилием 20МН; 7-кольцевая подогревательная печь; 8-стан-элонгатор; 9-пилигримовый стан; 10-участок огневой резки труб; 11-подогревательная печь (ПШБ); 12 -12-ти клетьевого калибровочный стан; 13-5-ти клетьевого калибровочный стан; 14-холодильник; 15-правильная машина; 16-установка выдувки окалины.

*Прошивной пресс.* Неудовлетворительная осевая центровка шабота и прошивного пуансона, приводящая к повышенной разностенности стакана.

*Стан-элонгатор.* Невозможность регулирования угла подачи валков из-за отсутствия подушек с переменным углом подачи согласно проекту.

Отсутствие центрователя стержня оправки, что не позволяет прокатывать гильзы на оправках диаметром менее 150 мм из-за продольного изгиба стержней.

Отсутствие механизма регулирования положения по высоте нижнего линейно-держателя с направляющей линейкой, что приводит к нарушению положения оси прокатки и изгибу тонких стержней. Оборудование стана-элонгатора морально и физически устарело и требует замены или установки нового более мощного прошивного стана (элонгатора).

*Пильгерстаны.* Неудовлетворительная (устаревшая) конструкция подающих аппаратов, что не обеспечивает стабильной подачи металла в валки, приводит к перекантовке гильзы в каждом цикле на 25-30° от положенных 90° (увеличивается поперечная разностенность труб); низкие обороты валков пильгерстана вследствие значительной динамики и перегрева подшипников скольжения главной линии стана.

В результате длительного времени прокатки (до 5-6 мин. вместо допустимого в 3 мин.) наблюдается повышенная разнотолщинность по длине плети и быстрый износ трубопрокатного инструмента.

*Калибровочные станы.* Отсутствует удаление окалины с наружной поверхности труб после их подогрева в ПШБ перед калиброванием.

Устаревшая конструкция 12-ти клетового стана не обеспечивает точную настройку стана. Отсутствие калибровочного стана в термоотделе усугубляет трудности при получении требуемого диаметра труб.

*Основные направления модернизации участка горячего проката ТПА 5-12" ПАО «Интерпайп НТЗ» в современных условиях.* Проведенный анализ современного состояния оборудования ТПА 5-12" позволяет наметить основные мероприятия для поэтапного проведения модернизации агрегата. Вопросы модернизации главной линии пилигримовых станов в настоящем анализе не рассматриваются, хотя и продолжают оставаться актуальными. Это связано с отсутствием проверенных технических решений по этим вопросам.

Из-за низкого качества исходного металла – слитков мартеновского производства ранее вынуждены были перейти на прокатку труб в калибровочных станах с малыми обжатиями по диаметру, что способствовало также уменьшению искривления передних концов труб. В результате этого для каждого размера труб по диаметру потребовались отдельные валки пильгерстана и большое количество клетей калибровочных станов. Из-за этого резко увеличился парк оправок элонгатора, пильгервалков, дорнов и валков калибровочных станов. Следствием явилась необходимость частой перестройки элонгатора, пильгерстанов, калибровочных станов, что привело к снижению производительности ТПА 5-12".

Вследствие перехода на прокатку труб из непрерывнолитой заготовки, качество которой значительно выше качества мартеновского слитка необходимо рассмотреть возможность изменения технологии с увеличением обжатия на калибровочных станах в 2 раза, что позволит сократить парк прокатного инструмента и снизить потери времени на перенастройку станов.

При существующей специализации ТПА 5-12" на прокатке труб из углеродистых и низколегированных сталей целесообразен переход на прямую прошивку гильз из круглой непрерывнолитой заготовки.

Для этого необходимо:

- заменить стан-элонгатор на более современный прошивной стан;

- восстановить прямой рольганг от нагревательных печей КП № 1 и КП № 2 к существующему стану-элонгатору, обеспечив увеличение скорости передачи заготовок и снижение потери их температуры при транспортировке путем теплоизоляции рольганга. При этом выводятся из технологии прошивной пресс усилием 2000 т и подогревательная кольцевая печь № 3. Это позволит получить существенный экономический эффект, прежде всего за счет экономии газа. Такая технология внедрена на ТПА 5-12" Северского трубного завода (г. Полевское, Свердловская область, Россия).

В случае расширения сортамента прокатываемых труб из легированных и высоколегированных сталей (например, котельных) целесообразно сохранить прошивной пресс усилием 20 МН для прошивки сплошных и экспандирования полых (сверленных) слитков, кованных заготовок и непрерывнолитых заготовок (круглого и восьмигранного сечения), а также подогревательную печь № 3 для выравнивания температуры стаканов после прошивного пресса. При этом прошивной пресс необходимо модернизировать для устранения отмеченных выше недостатков в его работе.

На пилигримовых станах основным мероприятием по повышению производительности и улучшению качества труб является замена устаревших подающих аппаратов на аппараты современной конструкции (Германии и Италии).

Необходимо оснащение пильгерстанов системами контроля толщины стенки прокатываемых труб для оперативного управления станами в процессе прокатки с целью снижения продольной и поперечной разностенности.

Целесообразно разработать оборудование для подготовки передних концов гильз перед пилигримовой прокаткой. Опыт использования такой технологии на ТПА 6-12" и 5-12" Нижнеднепровского трубопрокатного завода более 30 лет назад показал ее высокую эффективность. Использование такой технологии, когда длина подготовленного переднего конца гильзы составляет примерно половину длины развертки бойка пилигримового вала, позволяет по расчетам Укргипромеза получить прирост производства в 12 тысяч тонн труб в год.

Необходимо перейти на технологию более полной раскатки пилигримовой головки (практически без цилиндрического пояса) за счет изменения конструкции дорнового устройства. Положительные результаты достигнуты в этом вопросе на ТПА 5-12" при прокатке тонкостенных труб. Это

подтверждается также результатами внедрения такой технологии на Северском трубном заводе.

Целесообразно заменить существующую огневую резку на пилы ударного действия, которые применяются на ТПА с пильгерстанами за рубежом. Это обеспечит улучшение раскроя прокатанной плети на мерные части, снизит безвозвратные потери металла при огневой резке, позволит сохранить в большей степени температуру труб перед ПШБ.

Необходимо спроектировать и установить обводной рольганг за ПШБ для пропуска толстостенных труб ( $S > 22$  мм) мимо печи, что позволит разгрузить электромостовые краны.

**Дополнительные мероприятия:** провести модернизацию печи ПШБ с предварительным изучением всех недостатков в работе ее механизмов; установить гидравлические окалиноломатели перед калибровочными станами для улучшения качества наружной поверхности труб; приобрести необходимое по расчету число запасных клеток 12-ти клетевго калибровочного стана (~ 20 клеток), а также подушек валков (~ 50 штук). Для нарезки ручьев на валках необходимо приобрести специальный вальцетокарный станок; для улучшения работы 5-ти клетевго калибровочного стана необходимо приобрести дополнительное количество регулируемых клеток (~ 15 штук); установить в термоотделе новый 3-5 клетевой калибровочный стан, что позволит повысить точность диаметра труб по их длине; установить измерители наружного диаметра и толщины стенки труб перед подачей их на холодильник, что исключит необходимость отбора проб и сократит потери металла; для точного учета веса металла после проката за механизмом выдувки окалины необходимо установить оборудование для маркировки труб, весы для поштучного взвешивания и измеритель длины последних с автоматическим занесением данных в компьютер.

#### **Выводы:**

1. Построенный по проекту Укрگیпромеза и технологическому заданию ВНИТИ трубопрокатный цех с пилигримовым станом 5-12" ПАО «Інтерпайп НТЗ» за весь период работы с 1969 по настоящее время произвел более 12 млн. тонн труб.

2. Анализ проведенных ранее реконструктивных мероприятий позволяет более обоснованно подойти к планированию модернизации оборудования ТПА 5-12" в современных условиях.

3. Поэтапное проведение модернизации и реконструкции ТПА 5-12" с учетом мирового опыта и отечественных разработок позволит значительно продлить срок службы агрегата и улучшить его технико-экономические показатели.

4. Внедрение технологии и оборудования для подготовки передних концов гильз является важнейшим перспективным мероприятием, обеспечивающим прирост объема производства ~ 12 тыс. тонн труб в год.

5. В результате поэтапного внедрения реконструктивных мероприятий на ТПА 5-12" прирост производства составит 60-70 тыс. тонн труб в год.

**Список литературы:** 1. *Королев А.А.* Конструкции и расчет машин и механизмов прокатных станков. – М.: Металлургия, 1985. – 376 с. 2. *Королев А.А.* Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.

*Поступила в редакцию 30.01.2014*

УДК 621.923

**Р. М. СТРЕЛЬЧУК**, канд. техн. наук, стар. препод., ХНЭУ, Харьков

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

При обработке деталей на шлифовальных станках часто возникают колебания, которые ухудшают работу станков, снижают точность, увеличивают шероховатость и волнистость обработанной поверхности, что приводит к увеличению износа инструмента. Исходя из этого, предложен расчетно-экспериментальный метод определения границ области устойчивой работы шлифовальных станков. В работе установлено, что высокоскоростное шлифование сталей и сплавов кругами из эльбора и электрокорунда можно рассматривать главным образом как средство повышения производительности обработки.

**Ключевые слова:** процесс шлифования, глубина и ширина срезаемого слоя, скорость резания, расчетная производительность станка.

**Введение.** Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности операций шлифования и расширения его технологических возможностей является изменение скорости резания, задаваемой частотой вращения круга. Широкое внедрение высокоскоростного шлифования в производство сдерживается, главным образом, недостаточной изученностью технологии этого процесса и отсутствием обоснованных технологических рекомендаций по способу его ведения, выбору режима резания, характеристики инструмента и разработки рациональных рабочих циклов шлифования.