

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ
SAFETY CULTURE AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS
DEVELOPMENT OF PLACEMENT TERRITORIES
NUCLEAR INDUSTRY FACILITIES

УДК 621.039:338.45




<https://doi.org/10.26583/gns-2024-01-14>

EDN YPFAIJ


Оригинальная статья / Original paper



**Технико-экономическое обоснование мероприятия по освоению
новой технологии изготовления тонкостенных крупногабаритных днищ
методом фланжирования (в условиях Филиала АО «АЭМ-технологии»
«Атоммаш» в г. Волгодонск)**

Т.С. Попова¹ , О.И. Карпова², А.А. Попов² , А.Д. Пахоруков¹ 

¹ Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация

² Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация
 TSPopova@mephi.ru

Аннотация. В качестве объекта исследования в данной статье был выбран Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск – организация, которая была спроектирована и введена в эксплуатацию в 1976 г., как головное машиностроительное предприятие по производству полного комплекта корпусного и теплообменного оборудования энергоблока АЭС в объеме ядерного острова. Предметной областью выбрана организация производства крупногабаритной продукции, которое предприятие намерено диверсифицировать за счет приобретения линии для изготовления тонкостенных днищ крупногабаритных корпусов сосудов под давлением для АЭУ и нефтегазохимии. Цель исследования – на основе анализа существующих технологий и способов производства продукции разработать проект по освоению новых технологических мощностей, что позволит увеличить эффективность производственной деятельности в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск. В качестве основных методов при написании статьи выступили теоретический анализ научной литературы по проблематике исследования, графический метод и изучение локальной документации объекта исследования в части модернизации производственных мощностей. Основным результатом исследования выступает вывод о необходимости внедрения новой технологии – холодного проката (фланжирования) в целях расширения технологических возможностей предприятия, повышения эффективности производства в данной сфере, получения прибыли от поставок тонкостенных днищ сосудов в адрес других предприятий на замену европейским поставщикам, и как следствие – увеличение конкурентного преимущества.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, изготовление тонкостенных крупногабаритных днищ методом фланжирования, технико-экономическое обоснование проекта, модернизация производства, конкурентоспособность.


Для цитирования: Попова Т.С., Карпова О.И., Попов А.А., Пахоруков А.Д. Технико-экономическое обоснование мероприятия по освоению новой технологии изготовления тонкостенных крупногабаритных днищ методом фланжирования (в условиях Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск). *Глобальная ядерная безопасность*. 2024;14(1):111–122. <https://doi.org/10.26583/gns-2024-01-14>

For citation: Popova T.S., Karpova O.I., Popov A.A., Pakharukov A.D. Feasibility study of measures to master a new technology for manufacturing thin-walled large-size bottoms by flanging (in conditions of «Atommash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk). *Global nuclear safety*. 2024;14(1):111–122 (In Russ.) <https://doi.org/10.26583/gns-2024-01-14>

**Feasibility study of measures to master a new technology for manufacturing thin-walled
large-size bottoms by flanging (in conditions of «Atommash» the branch
of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk)**

Tatiana S. Popova¹ , Olga I. Karpova², Andrey A. Popov² ,
Alexey D. Pakhorukov¹ 

¹ Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation

² «Atommash» the branch of «AEM-technologies» JSC, Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation
 TSPopova@mephi.ru

Annotation. The object of research in this article is the «Atommash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk, an organisation that was designed and commissioned in 1976 as the head machine-building enterprise for the production of a complete set of hull and heat-exchange equipment for NPP power unit in the volume of the nuclear island. The subject area chosen is the organisation of production of large-size products, which the enterprise intends to diversify through the acquisition of a line for the manufacture of thin-walled bottoms of large-size pressure vessel housings for NPPs and oil and gas chemistry. The purpose of the research is to develop a project for the development of new technological capacities based on the analysis of existing technologies and methods of production, which will increase the efficiency of production activities at the «Atommash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk. The main methods in writing the article were theoretical analysis of scientific literature on the research problem, graphical method and study of local documentation of the research object in terms of modernisation of production facilities. The main result of the research is the conclusion about the necessity of introducing a new technology – cold rolling (flanging) in order to expand the technological capabilities of the enterprise, to increase the efficiency of production in this area, to gain profit from the supply of thin-walled vessel bottoms to other enterprises to replace European suppliers, and as a consequence an increase in competitive advantage.

Keywords: machine-building enterprise, the «Atommash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk, manufacture of thin-walled large-sized bottoms by flanging, feasibility study of the project, modernization of production, competitiveness.

Введение

В современных условиях дефицита многих видов ресурсов и ужесточающихся требований обеспечения конкурентоспособности в условиях конкретного машиностроительного предприятия, конкурентным можно считать тот технологический процесс, от реализации которого организация сможет получить максимальный положительный эффект. Этот эффект может быть выражен в виде роста чистой прибыли, снижении себестоимости продукции, повышении производительности труда, снижении трудоемкости, повышении качественных характеристик продукции. Другими словами, определенный набор требований к обеспечению конкурентоспособности продукции диктует свои запросы при проектировании техпроцесса, а не наоборот. В работе будет произведено сравнение двух технологий, используемых при изготовлении тонкостенных крупногабаритных днищ – метода фланжирования (холодной раскатки) и метода горячей штамповки, и предпринята попытка экономического обоснования освоения Филиалом АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск новой технологии изготовления тонкостенных днищ крупногабаритных корпусов сосудов под давлением.

Материалы и методы

В качестве основных методов при написании статьи выступили анализ и обобщение материалов, опубликованных в научной литературе по проблематике исследования. В работах большого числа авторов вопросу важности постоянного совершенствования технического и технологического обеспечения производственных процессов в условиях машиностроительного предприятия уделяется должное внимание.

Так, к примеру, Стадникова С.В. в своих работах обосновывает необходимость и важность планирования развития производственных мощностей машиностроительных предприятий для достижения ими долгосрочных производственных и финансовых успехов [1]. Самигуллин И.Г. в своих исследованиях указывает на принципиальную значимость технологического развития машиностроительного комплекса, поскольку именно с его помощью формируется инновационно-технический потенциал для деятельности других отраслей промышленности [2]. Такие авторы как Савельева Е.В. и Чернов В.Ю. приводят доводы в пользу

актуальности повышения качества продукции машиностроительной отрасли с помощью совершенствования технологического процесса как такового и отдельных его операций [3]. В свою очередь Дорошенко Ю.А. и Климашевская А.А. утверждают, что осуществление технологической модернизации на промышленном предприятии имеет большое значение для повышения его конкурентоспособности как на отечественном, так и на зарубежном рынках [4].

Крылова И.Ю., рассматривая в своих трудах особенности организации машиностроительного производства, определяет их влияние на процесс формирования затрат при изготовлении продукции в данной материалоемкой отрасли [5]. Схожие научные и прикладные интересы можно увидеть у таких авторов как Актуганова А.С. и Ванюкова Р.А. [6], а также Золотарева Г.И. и Язикова О.В. [7]. Данные ученые рассматривают в своих исследовательских работах приемы и методы совершенствования порядка учета затрат на производство продукции на предприятиях отрасли машиностроения, а также нововведения, позволяющие усовершенствовать данный учет.

В материалах работ Васильева А.В. затрагивается вопрос об актуальности внедрения бережливого производства на российских машиностроительных предприятиях, рассматриваются проблемы, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении данной концепции [8]. Вайцехович С.М. и Власов Ю.В. предлагают и описывают пути оптимизации технологических процессов, устанавливая зависимости между экономическими показателями деятельности машиностроительного предприятия и технологическими (техническими) параметрами производства [9]. Грибова Е.И. при проведении оценки влияния факторов производства на выпуск продукции в машиностроении, одну из главных ролей отводит совершенствованию технологии производства [10].

Помимо этого, при написании статьи использовался метод экспертных оценок для разработки проектируемого мероприятия и формирования его технологического и экономического представления. Экспертами выступили сотрудники Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск: главный металлург, ведущий инженер-технолог по металлургии, ведущий специалист по инвестиционному разви-

тию, а также сотрудники планово-экономического управления предприятия.

Обсуждение и результаты

Атомная энергетика уже к концу 1960-х гг. стала привычной частью советских реалий, не «топливом будущего», а обыденной частью народного хозяйства. Не зависящие от регулярного подвоза топлива атомные станции могли располагаться там, где этого требовал потребитель. Постепенно известные во всем мире производители оборудования для АЭС – Завод им. Орджоникидзе (Подольск) и Ижорские заводы (Колпино) перестали справляться с нарастающим спросом.

Промышленность СССР требовала строительства и ввода в эксплуатацию большего количества атомных станций, а значит – новых мощностей для производства оборудования для них. Местом для нового завода был выбран Волгодонск в виду его удачного географического положения. В 1972-74 гг. был разработан и утвержден проект Волгодонского завода тяжелого машиностроения, который уже в начале строительства, с легкой руки одного из корреспондентов газеты, освещавшей данное событие, получил куда более звучное название – «Атоммаш».

На сегодняшний день Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск является крупнейшим производственным объединением атомного энергетического машиностроения России. Под стальным небом колоссальных цехов завода производится продукция для нефтеперерабатывающих, добывающих и энергетических отечественных и зарубежных компаний. Одним из перспективных видов деятельности Филиала можно рассматривать производство и реализацию крупногабаритных днищ для корпусов атомных энергетических установок (АЭУ) и для оборудования нефтегазохимии (НГХ).

Расчет затрат на изготовление днищ методом горячей штамповки. В настоящий момент для обеспечения производства обозначенных изделий методом горячей штамповки в условиях завода используется уникальный в своем роде пресс «ИИ» высотой около 30 метров и усилием 15000 тонн (производства Японии, введенный в эксплуатацию еще в далеком 1980 г.). Данный пресс (рис. 1) развивает усилие в 1000-1500 раз больше, чем давление товарного вагона на рельсы и с многочисленными насадками и матрицами формует из металла толщиной в сотни миллиметров изделия с заданными геометрическими параметрами.

Рассмотрим ныне используемый предприятием технологический процесс изготовления заготовок днищ методом прессования (пресс ИИ):

Для изготовления заготовки днища применяют типовую кованую обечайку заданной высоты, толщины и диаметра, поставляемую специализированным предприятием. Основными операциями технологического процесса изготовления штампованного днища КР из кованой обечайки являются:

1. Вырезка сектора от обечайки под заведение пуансона для последующей разгибки в плоскую плиту.



Рисунок 1. Пресс «ИИ» усилием 15000 тонн (Япония), предназначенный для изготовления изделий методом горячей штамповки¹

Figure 1. «IHI» press of 15000 tonnes force (Japan), designed for manufacturing of products by hot stamping method¹

2. Разгибка кованой обечайки в плиту для последующей штамповки выполняется за несколько переходов в горячем состоянии в интервале температур от 1070 до 800°C. Посад обечайки для нагрева под первый этап разгибки осуществляют в печь при температуре не выше 820°C (800±20°C); выдержка при заданной температуре 1,0-1,5 часа. Далее нагрев печи до температуры под разгибку 1040-1070°C; при этом скорость нагрева – по мощности печи, но не более 100°/час; выдержка в печи 4,0-4,2 часа. Далее в частично разогнутую обечайку заводят более широкую плиту и опускают пуансон в нижнее положение осуществляя дальнейшую разгибку обечайки. Остывшую частично разогнутую обечайку после первого этапа разгибки транспортируют в печь для подогрева до температуры 1040-1070°C выдержка в печи 1,0-1,15 часа. В подогретую для второго этапа разгибки частично разогнутую обечайку заводят более широкую нажимную плиту и осуществляют второй переход – разгибку краев обечайки. Частично разогнутую обечайку разворачивают вокруг своей оси на 90° и производят дальнейшую разгибку обечайки в плиту. В случае неполной разгибки обечайки на втором этапе, требуется выполнить подогрев частично разогнутой обечайки для третьего и четвертого перехода до температуры 1040-1070°C; выдержать в печи 1,0-1,15 часа. При этом суммарное время всех нагре-

¹ Атоммаш. Как работает в нынешней России советский индустриальный гигант. – Субъективный путеводитель. – dzen.ru. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/YWalyzM3O16AsQ6K> (дата обращения: 18.11.2023).

вов/подогревов обечайки в ходе разгибки в плиту не должно превышать 7,5 часов.

3. Отжиг разогнутой плиты для снятия напряжений после деформации проводят в температурном интервале $680 \div 700^\circ\text{C}$, охлаждение на воздухе.

4. Вырезка из плиты круглой исходной заготовки под штамповку днища. После кислородной вырезки выполняется отпуск кромок в температурном интервале $610 \div 630^\circ\text{C}$ в течение $4,5 \div 5,0$ часов, охлаждение с печью до 400°C со скоростью не более 50°C/ч , далее – на воздухе.

5. Штамповка днища. Нагретую заготовку транспортируют от печи к гидравлическому прессу и устанавливают (центрируют) на матрицу штампа для вытяжки; далее опускают пуансон и осуществляют вытяжку.

6. Отжиг после штамповки.

7. Основная термическая обработка, которая состоит из:

– закалки с температур $(900 \div 930)^\circ\text{C}$, охлаждение в воде до температуры $\leq 100^\circ\text{C}$,

– отпуска в температурном интервале $(640 \div 680)^\circ\text{C}$, охлаждение на воздухе.

8. Отбор проб и образцов.

9. Технологические, послесварочные отпуска. По причине крупных размеров заготовок требуется пред-

варительный их нагрев (доведение металла до необходимой температуры) в специальной печи и последующая «вытяжка» в штампе уже в горячем состоянии (рис. 2).



Рисунок 2. Нагрев заготовки тонкостенного днища с подкладным листом в печи ВД-6Т²

Figure 2. Heating of thin-walled bottom blank with lining plate in VD-6T furnace²

Стоит отметить, что нагрев является весьма затратным мероприятием, как по трудоемкости, так и по расходуемым энергоресурсам – газ, вода, электричество (табл. 1), что негативно сказывается на производственных издержках при изготовлении днищ с использованием метода горячей штамповки.

Таблица 1. Объемы потребления энергоресурсов при нагреве одного днища [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 1. Energy consumption for heating one bottom plate [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Ресурс	Объемы потребления энергоресурсов	Цена энергоресурса	Затраты, руб.
Природный газ	36342 м ³	8,167 руб./ м ³	296805,114
Электроэнергия	3710 кВт*ч	3,323 руб./ кВт*ч	12328,33
Охлаждающая вода	280 м ³	9,618 руб./ м ³	2693,04
Итого затрат			311826,484

Представленные в таблице 1 расчеты отражают среднюю величину затрат на потребление энергоресурсов при нагреве одной заготовки днища СПАЗ (системы пассивного залива активной зоны) под горячую штамповку и составляют более 311 тыс. рублей.

Согласно производственной программе предприятия в среднем за год осуществляется изготовление не менее 15 тонкостенных днищ для разных типов крупногабаритных изделий, как для атомной отрасли, так и для нефтегазохимии. Зная затраты предприятия на энергоресурсы, потребляемые при нагреве под штамповку одного днища, а также располагая информацией об общем количестве изготавливаемых в течение года единиц, можно рассчитать совокупные затраты по данной статье, которые составят порядка 4,7 млн. руб. (311 тыс. руб. * 15 шт.).

Еще более затратной составной частью технологического процесса изготовления днищ методом горячей штамповки является применение при их производстве дорогостоящей оснастки. Штамповая оснастка для операции вытяжки крупногабаритных днищ на предприятии отсутствует, что требует изготовления сторонними предприятиями соответствующего крупногабаритного штампа (весом от 150 до 300 тонн) на

гидравлический пресс для каждого вида днищ. В комплект штампа входят пуансон, матрица, прижим, вкладыш, прокладки и крепеж. Согласно данным, полученным на предприятии, ориентировочный срок проектирования штампа составляет 1,0-1,5 месяца. Срок его непосредственного изготовления – 1,0-1,5 года.

Стоит отметить, что изготовление штампа – не разовый процесс, поскольку каждый штамп ориентирован только для использования своих параметров производства днищ. Вследствие этого, при необходимости производства днища диаметром и формой, отличными от диаметра и формы имеющейся штамповой оснастки, предприятие ждет потери в виде как временных, так и финансовых ресурсов на производство новой. Ориентировочная стоимость изготовления одного штампа составляет около 132 млн. руб. (табл. 2).

² Атоммаш провел штамповку днища реактора энергоблока № 1 для АЭС «Аккую». 21.01.2019. – АЭМ-технологии Росатом. – Режим доступа: <https://www.aemtech.ru/mediacenter/novosti-aem-technologii/atomnash-provel-shampovku-dnishha-reaktora-energobloka-No1-dlya-aes-akkuyu.html> (дата обращения: 18.11.2023).

Таблица 2. Стоимость изготовления одного штампа на крупногабаритное эллиптическое днище [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 2. Production cost of one stamp for large-size elliptical bottoms [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Наименование элемента оснастки	Ориентировочная масса детали, тонн	Вид заготовки (ДЦИ)	Срок изготовления заготовки	Цикл обработки (мех. обработка, сварка)	Ориентировочная стоимость*, руб. без НДС
Пуансон	100,0	отливка	6-8 мес.	3-4 мес.	76700000,00
Матрица	40,0	отливка, поковка	6-8 мес.	3-4 мес.	30680000,00
Прижим	32,0	прокат	-	3-5 мес.	24544000,00
Итого руб. без НДС:					131924000,00

*Ориентировочная стоимость одного штампа рассчитана исходя из средней стоимости за 1 кг штамповой оснастки: 767,00 руб. без НДС

В 2024 г. планируется приобретение двух типов-размеров штамповой оснастки под изготовление днищ для сепаратора пароперегревателя и корпуса подогревателя. Следовательно, ориентировочно затраты на штамповую оснастку обозначенных типов составят 264 млн. рублей. Поскольку данные типы оснастки планируется использовать в рамках исполнения контрактных обязательств по изготовлению днищ многократно, то затраты на ее изготовление целесообразно распределить на заданную трехлетним периодом производственную программу (по данным предприятия она составляет 45 единиц (днищ) на период с 2024 по 2026 г.). Следует пояснить, что согласно п. 24 методических указаний по бухгалтерскому учету специального инструмента, специальных приспособлений, специального оборудования и специальной одежды (утверждены приказом Минфина РФ от 26.12.2002 №135н, с изменениями от 25.10.2010 №132н, от 24.12.2010 №186н) стоимость специальной оснастки погашается организацией одним из способов: 1) линейный способ – сумма погашения стоимости оснастки рассчитывается исходя из фактической себестоимости объекта оснастки и норм, исчисленных исходя из сроков ее полезного использования; 2) способ списания стоимости пропорционально объему выпущенной продукции (работ, услуг). В этом случае

сумма погашения стоимости оснастки определяется исходя из натурального показателя объема продукции в отчетном периоде и соотношения фактической себестоимости объекта специальной оснастки к предполагаемому объему выпуска продукции за весь ожидаемый срок полезного использования указанного объекта. Именно данный способ подходит для нашего типа оснастки, непосредственно связанной с количеством выпущенной продукции (днищ). То есть, затраты на оснастку, приходящиеся на изготовление одного днища, в среднем обойдутся предприятию в размере 5,8 млн. руб. (264 млн. руб. / 45 шт.).

Стоит отметить немаловажный факт, поскольку изготовление штамповой оснастки происходит силами сторонних организаций, имеется риск срыва сроков производства как самой оснастки, так и основной продукции Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск для отечественных и иностранных заказчиков, что в свою очередь влечет снижение имиджевой привлекательности и соответствующие штрафные санкции.

Далее произведем расчет трудозатрат на изготовление днищ методом горячей штамповки на гидравлическом прессе «ИНИ» на примере сепаратора пароперегревателя (табл. 3).

Таблица 3. Расчет трудозатрат на изготовление днищ СПП методом горячей штамповки на гидравлическом прессе «ИНИ» [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 3. Calculation of labour costs for manufacturing of superheater separator bottoms by hot stamping on IHI hydraulic presses [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Наименование операций	Трудоемкость*, н/ч	Расходы на оплату труда, руб.
Трудоемкость работ по сварке заготовки днища, (н/ч)	226	–
Трудоемкость работ по нагреву заготовки днища в печи перед горячей обработкой давлением, (н/ч)	33	–
Трудоемкость на обработку давлением 1-го днища, (н/ч)	78	–
Трудоемкость работ по термической обработке днища (н/ч)	110	–
Трудоемкость работ связанных с калибровкой в штампе после термической обработки, (н/ч)	70,5	–
Трудоемкость прочих работ, (н/ч)	298	–
Общая трудоемкость на 1 днище	815,5	–
Ориентировочные затраты на оплату труда (1 днище)** при стоимости одного нормо-часа: 3 367,17 руб, руб.	–	2745927,135
Ориентировочные затраты на оплату труда (15 днищ)**, руб. без НДС	–	41188907,03
Взносы в Социальный фонд России (31,3%) – в расчете на 1 днище	–	859475,1933
Взносы в Социальный фонд России (31,3%) – в расчете на 15 днищ	–	12892127,9
Итого затрат на программу (15 единиц)	12232,5	54081034,92

*Расчет трудоемкости штамповки днища выполнен по взятому в качестве аналога днищу для корпуса МБИР

**Ориентировочная стоимость изготовления партии днищ в количестве 15 шт. рассчитана исходя из стоимости одного н/ч: 3367,17 руб. без НДС

Произведенные в таблице 3 расчеты показывают, что суммарные затраты на оплату труда рабочих, задействованных в изготовлении днищ СПП методом горячей штамповки на гидравлическом прессе «ИНИ», составят около 54 млн. руб. (в расчете на годовую программу тонкостенных днищ в количестве 15 единиц). Располагая информацией относительно всех элементов затрат предприятия на изготовление днищ методом горячей штамповки, сведем их в таблице 4, что позволит найти полную себестоимость.

Итак, расчеты свидетельствуют о том, что затраты на изготовление одного днища методом горячей

штамповки на гидравлическом прессе «ИНИ» обходятся предприятию в районе 15,3 млн. руб., на годовую программу, состоящую из 15 сборочных единиц, – 229 млн. руб. При калькулировании себестоимости не была учтена стоимость материалов, поскольку в дальнейшем в работе, при расчете себестоимости изготовления днищ методом фланжирования и сравнении между собой двух обозначенных технологий по критерию финансовых затрат, стоимость материалов будет совпадать.

Таблица 4. Калькуляция затрат на изготовление днищ СПП методом горячей штамповки на гидравлическом прессе «ИНИ» [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 4. Calculation of costs for manufacturing of superheater separator bottoms by hot stamping on IHI hydraulic presses [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Статья калькуляции	Затраты на 1 днище, руб.	Затраты на годовую программу, руб.
Затраты на энергоресурсы, затрачиваемые на термообработку	311826,484	4677397,26
Затраты на изготовление оснастки	5863288,889	87949333,34
Фонд оплаты труда	2745927,1	41188907,03
Взносы в Социальный фонд России	859475,1933	12892127,9
Накладные расходы (200% от ФОТ)	5491854,27	82377814,05
Итого	15272372	229085579,6

Расчет затрат на изготовление днищ методом фланжирования (холодной раскатки)

Пресс «ИНИ» в виду длительной его эксплуатации (44 года) регулярно нуждается в техническом обслуживании. Кроме того, данное оборудование в ближайшее время будет модернизировано, вследствие чего после его вывода из эксплуатации на период проведения вышеуказанных работ, становится невозможным выполнение заказов по горячей штамповке крупногабаритных днищ в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш». Сама модернизация по данным, полученным от специалистов предприятия, займет достаточно длительное время – порядка 1248 дней (3,4 года). А это в свою очередь упущенные выгоды от технической невозможности исполнения заказов.

В ходе изучения рыночной ситуации было установлено, что в рассматриваемой сфере народного хозяйства в связи с уходом зарубежных конкурентов (компаний-производителей крупногабаритных изделий), а также увеличением спроса на данную продукцию со стороны представителей таких отраслей, как нефтегазохимическая, атомная, авиационная и судостроительная промышленности, у завода «Атоммаш» в г. Волгодонске появятся дополнительные потенциальные заказчики. Однако учитывая необходимость скорого вывода прессы «ИНИ» на модернизацию, возникает сложность в исполнении как уже взятых заводом обязательств по изготовлению тонкостенных крупногабаритных днищ, так и потенциальных заказов, в связи с чем необходим поиск решения данной проблемы.

Одной из альтернатив решения проблемы поставки днищ сепаратора пароперегревателя является их закупка по кооперации у европейского поставщика

(Германия), что невозможно на текущий момент по причине санкционной политики в отношении России.

В России же в настоящий момент не существует предприятий, оборудование которых было бы способно раскатывать тонкостенные днища диаметром более 4000 мм методом холодного фланжирования. Учитывая длительный и дорогостоящий процесс изготовления новой штамповой оснастки и нецелесообразность переточки имеющейся уникальной крупногабаритной штамповой оснастки под постоянно меняющуюся номенклатуру тонкостенных крупногабаритных днищ, предлагается рассмотреть возможность приобретения линии по изготовлению тонкостенных днищ (диаметром от 2000мм до 8000мм с толщиной стенки до 60мм). Данная линия позволит освоить и внедрить новую технологию изготовления днищ для сосудов под давлением методом фланжирования с помощью универсальной гибочной оснастки (без изготовления новых штампов) на территории производственной площадки завода «Атоммаш», что позволит занять нишу на рынке, оставленную европейскими поставщиками тонкостенных днищ.

Приобретение линии по холодной раскатке тонкостенных днищ методом фланжирования даст заводу следующие преимущества:

- позволит закрыть потребность Росатома в указанной номенклатуре днищ для корпусов сосудов АЭУ;
- позволит получить прибыль от поставок тонкостенных днищ сосудов НГХ в адрес других предприятий;
- отменит затраты на изготовления дорогостоящей крупногабаритной штамповой оснастки;

- отменит затраты на нагрев заготовок в газовых печах перед обработкой давлением за счет холодного формообразования;

- повысит качество и точность профиля тонкостенных днищ за счет применения холодной обработки давлением вместо горячей;

- повысит безопасность и улучшит условия труда рабочих за счет отмены нагрева заготовок до 1000°C.

Приобретаемая универсальная линия для изготовления выпуклых днищ с толщиной стенки до 60 мм позволит обеспечить обработку давлением холодным способом методом фланжирования за два этапа:

- первый этап: формовка купольной части днища из плоской заготовки на гидравлическом прессе в универсальном штампе;

- второй этап: загибка бортов днища с помощью универсальных гибочных роликов в ходе вращения заготовки днища вокруг своей оси на специализированной кромкогибочной (фланжировочной) машине до получения требуемого профиля: эллиптического, сферического, торосферического, плоского или конусного. В ходе обкатки бортов днища скорость вращения заготовки достигает 33 оборотов в минуту.

Основная номенклатура изделий, для которых планируется изготавливать днища – это различные корпуса сосудов под давлением диаметром от 2000 мм до 8000 мм для АЭУ и НГХ с толщиной стенки днищ от 15 до 60 мм. При использовании линии фланжирования возможно получить прирост экономического эффекта за счет сокращения трудоемкости процесса изготовления днищ. Это происходит благодаря автоматизированной и строго последовательной работе оборудования и как следствие – сокращению количества задействованных рабочих (термистов, операторов печи и др.).

Особое внимание стоит обратить на тот факт, что поставка прессы и кромкогибочной (фланжировочной) машины, входящих в состав рассматриваемой линии, должна быть осуществлена одним поставщиком. Это дает значительные преимущества по сравнению с приобретением оборудования по отдельности у разных производителей:

1. Прежде всего, это принцип поставки «из одних рук» – сокращение посредников и количества участвующих сторон, и как следствие высокая оперативность реагирования сервисных служб. Все работы по обслуживанию (при необходимости и гарантийная поддержка) осуществляется одной стороной.

2. Исключена ситуация, при которой каждая из сторон будет винить друг друга и это будет выливаться в большой временной простой (в случае поставки прессы, манипулятора и кромкогибочной машины разными компаниями).

3. Российская сервисная служба поставщика в период гарантии и по ее истечении должна будет за один приезд обслуживать все оборудование, входящее в состав линии. В случае если это будут 2 или 3 разные фирмы в послегарантийный период придется оплачивать такие приезды в двойном или тройном размере.

4. Не возникнет вопросов и сложностей сопряжения всех единиц оборудования в одну линию.

5. Контактным лицом по всем запросам, закупке расходных материалов и техническим консультациям будет одна сторона.

Линия, включающая в свой состав пресс универсальный тарельчатый для формирования купольной части днища и универсальную кромкогибочную машину (фланжировочную) для формирования бортов (рис. 3), будет эксплуатироваться в цехе №3. Ориентировочное место установки линии: корпус №1, пролет ПР, оси 100-120. В качестве альтернативы возможно размещение линии на осях МН 90-95.

Сведем предполагаемые затраты на приобретение и ввод в эксплуатацию линии фланжирования в таблице 5.



Рисунок 3. Линия фланжирования ³

Figure 3. Flanging line ³

Капитальные вложения в приобретение и ввод в эксплуатацию линии фланжирования по данным предприятия ориентировочно составят 472 млн. руб. Срок полезного использования данного дорогостоящего оборудования примем равным 15 годам. Сумма годовых амортизационных отчислений рассчитаем линейным методом по формуле (1):

$$A = \frac{C_{\text{оф}} \times k_{\text{л}}}{100\%}, \quad (1)$$

где A – сумма годовых амортизационных отчислений;

³ Атоммаш. – dzen.ru. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/YWalyzM3O16AsQ6K> (дата обращения: 18.11.2023).

$C_{\text{оф}}$ – стоимость оборудования;
 k_n – норма амортизации.

Норма амортизации вычисляется по формуле (2):

$$k_n = \frac{1}{n} \times 100\%, \quad (2)$$

где n – срок полезного использования, лет.

$$k_n = \frac{1}{15} \times 100\% = 6,67\%$$

$$A = \frac{472715 \times 6,67\%}{100\%} = 31530 \text{ тыс.руб.}$$

Организация линии по фланжированию днищ заметно сокращает численность задействованных сотрудников: теперь высвободится как минимум некоторая часть кузнецов и термистов. В таблице 6 представлен ориентировочный расчет фонда оплаты труда по проектируемому мероприятию. Пример затраты труда оператора пресса ИИ равными затратам труда оператора пресса на линии фланжирования.

Таблица 5. Калькуляция затрат на приобретение и ввод в эксплуатацию линии фланжирования [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 5. Calculation of costs for the purchase and commissioning of a flanging line [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Статья калькуляции	Стоимость, тыс. руб.
Стоимость линии фланжирования (всего), в т.ч.:	472715,8
Затраты на приобретение пресса и кромкогибочной машины	372715,8
Разработка проектно-сметной документации на фундамент, включая инженерные изыскания	4000
Строительно-монтажные работы по обустройству места размещения и монтажу, в том числе устройство фундамента, подводка инженерных коммуникаций, монтаж оборудования (пресс, манипулятор, фланжировочная машина)	95000
Прочие затраты, в том числе командировочные расходы на завод изготовитель оборудования для проведения предварительной приемки и приемочно-сдаточные испытания после монтажа оборудования	1000

Таблица 6. Расчет трудозатрат на изготовление днищ СПП методом фланжирования [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]

Table 6. Calculation of labour costs to manufacture superheater separator bottoms by flanging method [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Наименование операций	Трудоемкость*, н/ч	Расходы на оплату труда, руб.
Трудоемкость работ по сварке заготовки днища, (н/ч)	226	–
Трудоемкость на обработку давлением 1–го днища, (н/ч)	78	–
Трудоемкость работ по термической обработке днища (н/ч)	110	–
Трудоемкость прочих работ, нормо-часов (н/ч)	298	–
Общая трудоемкость на одно днище	712	–
Ориентировочные затраты на оплату труда (1 днище) при стоимости одного нормо-часа: 3 367,17 руб, руб.	–	2397425,04
Ориентировочные затраты на оплату труда (15 днищ), руб. без НДС	–	35961375,6
Взносы в Социальный фонд России (31,3%) – в расчете на 1 днище	–	750394,0375
Взносы в Социальный фонд России (31,3%) – в расчете на 15 днищ	–	11255910,56
Итого затрат на программу (15 единиц)	10680	47217286,16

Произведенные в таблице 7 расчеты показывают, что суммарные затраты на оплату труда рабочих, задействованных в изготовлении днищ СПП методом фланжирования, составят около 47 млн. руб. (в расчете на годовую программу тонкостенных днищ в количестве 15 единиц). Располагая информацией относительно всех элементов затрат предприятия на изготовление днищ методом холодной раскатки, сведем их в таблице 7, что позволит найти полную себестоимость. Обращаем внимание, что те расходы, которые совпадают по сравниваемым технологиям, мы не брали в расчет (затраты на материал для изготовления заготовки). Помимо этого, расходы на электроэнергию, потребляемую линией фланжирования и прессом ИИ, также примем равными друг другу (получить бо-

лее точную информацию не представляется возможным).

Итак, расчеты, представленные в таблице 7, свидетельствуют о том, что затраты на изготовление одного днища при использовании технологии фланжирования, обойдутся предприятию в районе 10 млн. руб., на годовую программу, состоящую из 15 сборочных единиц, – 150,6 млн. руб.

Сравнивая совокупные затраты Филиала при применении двух описанных в статье технологий (на прессе ИИ 229 млн. руб. на годовую программу и 150,6 млн. руб. на линии холодной раскатки на годовую программу), очевидно, что наиболее экономически выгодной технологией можно считать технологию изготовления тонкостенных днищ методом фланжирования.

Таблица 7. Калькуляция затрат на изготовление днищ методом фланжирования [составлено авторами на основе данных внутренних документов предприятия]
Table 7. Calculation of costs of bottoms production by flanging method [compiled by the authors on the basis of data from enterprise internal documents]

Статья калькуляции	Затраты на 1 днище, руб.	Затраты на годовую программу, руб.
Стоимость линии фланжирования	2102000	31530000
Фонд оплаты труда	2397425	35961375
Взносы в Социальный фонд России	750394,025	11255910,38
Накладные расходы (200% от ФОТ)	4794850	71922750
Итого	10044669,03	150670035,4

Заключение

Резюмируя, можно отметить, что машиностроительный комплекс играет важную роль в экономике Российской Федерации. Благодаря ему есть возможность обеспечить необходимой продукцией другие отрасли народного хозяйства, поэтому очень важным является внедрение новых технологий в деятельность машиностроительных предприятий. Особенно актуальным данный вопрос становится в настоящее время, когда многие зарубежные производственники освободили рыночные ниши. На примере Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск можно увидеть действенность этих принципов. Благодаря освоению новой линии фланжирования завод обеспечит себе:

- выполнение собственных заказов по производству продукции для АЭУ, НГХ, емкостного и теплообменного оборудования в 2024-2026 гг. и на более долгосрочную перспективу;

- возможность осуществлять поставки тонкостенных крупногабаритных днищ для нужд Росатома и других предприятий;

- снижение трудоемкости изготовления тонкостенных днищ;

- отмену затрат на изготовление штамповой оснастки и на нагрев заготовок под нее;

- улучшит условия труда рабочих.

Все это дает основания полагать целесообразность и актуальность предлагаемого в исследовании мероприятия и позволяет сделать вывод о достижении поставленной цели – на основе анализа существующих технологий и способов производства продукции в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск был предложен проект по освоению новых технологических мощностей, позволяющий улучшить технико-экономические показатели производственной деятельности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Стадникова С.В. Совершенствование системы планирования производственных мощностей. *Актуальные проблемы экономического развития: Сборник докладов XI Международной заочной научно-практической конференции. Белгород, 01 сентября 2020 года.* Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. С. 358–362. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44149088&selid=44149347> (дата обращения: 05.12.2023).
 Stadnikova S.V. Improvement of the production capacity planning system. *Actual problems of economic development: Collection of reports of the XI International Correspondence Scientific and Practical Conference. Belgorod, September 01-2020.* Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2020. pp. 358–362. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44149088&selid=44149347> (accessed: 05.12.2023).
2. Самигуллин И.Г. Инновационное развитие машиностроительного комплекса. *Научные труды Центра перспективных экономических исследований.* 2013;6:111–118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=33952080> (дата обращения: 15.02.2024).
 Samigullin I.G. Innovative development of the machine-building complex. *Scientific works of the Center for Advanced Economic Research.* 2013;6:111–118. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=33952080> (accessed: 05.12.2023).
3. Савельева Е.В., Чернов В.Ю. Совершенствование технологического процесса металлообработки и повышение качества изготавливаемых деталей. *Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России.* 2015;1-1:104–106. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34251964> (дата обращения: 05.12.2023).
 Savelyeva E.V., Chernov V.Yu. Improving the technological process of metalworking and improving the quality of manufactured parts. *Engineering personnel are the future of Russia's innovative economy.* 2015;1-1:104–106. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34251964> (accessed: 05.12.2023).
4. Дорошенко Ю.А. Климашевская А.А. Технологическая модернизация предприятия как фактор повышения его конкурентоспособности. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.* 2016;4:186–190. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34227867> (дата обращения: 18.11.2023).
 Doroshenko Yu.A. Klimashevskaya A.A. Technological modernization of an enterprise as a factor of increasing its competitiveness. *Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.* 2016;4:186–190. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34227867> (accessed: 18.11.2023).
5. Крылова И.Ю. Особенности организации производства и их влияние на формирование затрат продукции в машиностроении. *Экономическая наука – хозяйственной практике: Материалы сессий XIV Международной научно-практической конференции, Кострома, 06–07 сентября 2012 года.* Кострома: Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова, 2012. С. 192–197. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22428319&selid=24951193> (дата обращения: 18.11.2023).

Krylova I.Y. Features of the organization of production and their impact on the formation of production costs in mechanical engineering. *Economic Science – Economic practice: Proceedings of the sessions of the XIV International Scientific and Practical Conference, Kostroma, 06-07 September 2012*. Kostroma: Kostroma State University named after N.A. Nekrasov, 2012. P. 192–197. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22428319&selid=24951193> (accessed: 18.11.2023).

6. Актуганова А.С., Ванюкова Р.А. Совершенствование порядка учета затрат на производство продукции на предприятиях отрасли машиностроения. *Решение*. 2019;1:216–218. Режим доступа: <http://www.uchetnirs.bf.pstu.ru/sait/conf2019/r-2019.pdf> (дата обращения: 05.12.2023).

Aktuganova A.S., Vanyukova R.A. Improving the accounting procedure for production costs at enterprises of the engineering industry. *Decision*. 2019;1:216–218. (In Russ.) Available at: <http://www.uchetnirs.bf.pstu.ru/sait/conf2019/r-2019.pdf> (accessed: 05.12.2023).

7. Золотарева Г.И., Язикова О.В. Методические особенности организации учета материальных затрат на предприятиях машиностроения. *Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики*. 2012;8:59–64. EDN TBHNSL. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34039801> (дата обращения: 18.11.2023).

Zolotareva G.I., Yazikova O.V. Methodological features of the organization of accounting for material costs at machine-building enterprises. *Accounting, analysis and audit: problems of theory and practice*. 2012;8:59–64. EDN TBHNSL. Access mode: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34039801> (accessed: 18.11.2023).

8. Васильев А.В. Проблемы внедрения принципов бережливого производства на российских предприятиях энергетического машиностроения. *Бенефициар*. 2022;115:7–13. EDN NTZKIO. Режим доступа: <https://idpluton.ru/vypusk-115-nauchnogo-zhurnala-benefitsiar/> (дата обращения: 15.02.2024).

Vasiliev A.V. Problems of implementing the principles of lean manufacturing at Russian power engineering enterprises. *Beneficiary*. 2022;115:7–13. EDN NTZKIO. (In Russ.) Available at: <https://idpluton.ru/vypusk-115-nauchnogo-zhurnala-benefitsiar/> (accessed: 15.02.2024).

9. Вайцехович С.М., Власов Ю.В. Комплексная система оценки эффективности производства и потребления продукции машиностроения. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2020;2:146–167. Режим доступа: https://vestnik.pstu.ru/soc-eco/archives/?id=&folder_id=9436 (дата обращения: 15.02.2024).

Vaitsekhovich S.M., Vlasov Yu.V. A comprehensive system for evaluating the efficiency of production and consumption of mechanical engineering products. *Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences*. 2020;2:146–167. (In Russ.) Available at: https://vestnik.pstu.ru/soc-eco/archives/?id=&folder_id=9436 (accessed: 15.02.2024).

10. Грибова Е.И. Методика оценки влияния факторов производства на выпуск продукции в машиностроении. *Российский экономический интернет-журнал*. 2006;3:25. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=3383230> (дата обращения: 18.11.2023).

Gribova E.I. Methodology for assessing the influence of production factors on output in mechanical engineering. *Russian economic online magazine*. 2006; 3:25. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=3383230> (accessed: 18.11.2023)

ВКЛАД АВТОРОВ:

Попова Т.С. – концепция и качественная разработка исследования, написание текста статьи;

Карпова О.И. – Расчет затрат на изготовление днищ методом фланжирования (холодной раскатки) в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск;

Попов А.А. – Расчет затрат на изготовление днищ методом горячей штамповки в Филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск;

Пахорук А.Д. – изучение теоретических источников по проблематике изучаемой проблемы для формирования методического аппарата анализа и оценки предметной области исследования.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ:

Работа выполнена без внешних источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Попова Татьяна Сергеевна, к.э.н., доцент кафедры экономики и социально-гуманитарных дисциплин, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0554-2672>

e-mail: TSPopova@mephi.ru

AUTHORS' CONTRIBUTION:

Popova T.S. – the concept and qualitative development of the study, writing the text of the article;

Karpova O.I. – Calculation of costs for the manufacture of bottoms by flanking (cold rolling) in the «Atomash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk;

Popov A.A. – Calculation of costs for the manufacture of bottoms by hot stamping in the «Atomash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgodonsk;

Pakhorukov A.D. – the study of theoretical sources on the problems of the studied problem for the formation of a methodological apparatus for the analysis and evaluation of the subject area of research.

FUNDING:

The study had no external funding.

CONFLICT OF INTEREST:

No conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana S. Popova, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics and Socio-Humanitarian Disciplines, Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0554-2672>

e-mail: TSPopova@mephi.ru

Ольга Игоревна Карпова, ведущий инженер-технолог по металлургии Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

e-mail: karpova_oi@atommmash.ru

Андрей Александрович Попов, ведущий специалист по инвестиционному развитию Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2828-0410>

e-mail: popov_aa@atommmash.ru

Алексей Дмитриевич Пахорук, студент направления подготовки «Экономика», Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8805-8596>

e-mail: leha.pakhorukov.01@mail.ru

Olga I. Karpova, Leading Metallurgical Engineer, the «Atommmash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgogradsk, Volgogradsk, Rostov region, Russian Federation.

e-mail: karpova_oi@atommmash.ru

Andrey A. Popov, Leading Specialist of Investment Development, the «Atommmash» the branch of «AEM-Technologies» JSC in Volgogradsk, Volgogradsk, Rostov region, Russian Federation.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2828-0410>

e-mail: popov_aa@atommmash.ru

Alexey D. Pakhorukov, Student of Economics Department, Volgogradsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgogradsk, Rostov Region, Russian Federation.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8805-8596>

e-mail: leha.pakhorukov.01@mail.ru

Поступила в редакцию 08.12.2023

После доработки 12.03.2024

Принята к публикации 14.03.2024

Received 08.12.2023

Revision 12.03.2024

Accepted 14.03.2024