

## ОБНОВЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МАШИН В ПОСТКРИЗИСНЫЙ ПЕРИОД НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

### POST-CRISIS REHABILITATION OF HEAVY MACHINES ON THE BASIS OF INNOVATIVE PROJECTS

Н. В. Пасечник, доктор технических наук, профессор

И. А. Сурков, кандидат технических наук

Решение стратегических задач экономической модернизации России невозможно без надежного функционирования и развития машиностроения, металлургии и энергетики. В то же время, основное тяжелое оборудование, работающее в этих отраслях, находится в эксплуатации 30–40 лет и устарело на 60–85%. Обновление этого оборудования требует своевременного диагностирования и замены всех активных частей. Эта работа должна основываться на инновационных проектах, позволяющих сохранить для дальнейшей эксплуатации базовые детали, составляющие до 80% массы и стоимости этих машин, и осуществляться за счет модернизации систем привода, управления и механизации. Требуется также организационно-законодательные меры, поскольку в настоящее время большинство крупных предприятий принадлежат частным владельцам.

Russian economy modernization strategic aims can be attained only on the basis of normally functioning machine-building, metallurgic and energetic industries. However, basic heavy machines used in enterprises of these industries at present are under operation for 30 to 40 years and got worn up to 65–85%. Rehabilitation of these machines is to be carried out on the basis of thorough diagnostics and innovative projects that would make it possible to preserve the machines' basic heavy components making up to 80% of their weight and cost and to update or replace active components (drive, control, mechanization, etc.). Since most of these enterprises are currently private-owned, certain organizational and legal actions are needed.

Les buts stratégiques de modernisation d'économie Russe peuvent être atteints seulement à condition d'opération propre d'entreprises d'industries de base telles que celui de construction des machines, métallurgique et d'énergie. Malheureusement, des lourdes machines de base qui l'on utilise à présent en usines de ces industries, operent de 30 à 40 années et sont usé de 65 à 85%. On doit rétablir ces machines en les examinant minutieusement et en agissant conformément aux projets innovatives faisant possible à garder les composants lourdes qui font à 80% du point et du cout des machines et modifier les composants légers tels que l'entraînement, la commande, les dispositifs, etc. Certaines mesures organisationnelles et juridiques doivent être pris, parce que la plupart des tels entreprises sont en propriété privée.

Die strategischen Nationalökonomiemodernisierungsziele nur unter der Bedingung des normalen Funktionierens der Betriebe solcher Grundindustrien wie Maschinenbau, Metallurgie und Energie erreicht werden kann. Leider, schwere Maschinen, die heute in Betriebe dieser Industrien laufen, sind 30–40 Jahre alt und bis zu 65–85% abgenutzt. Man muss diese Maschinen sorgfältig diagnostizieren und nach solchen Innovationsentwürfe wiederaufbauen, die Erhaltung schwersten Anteilen (die bis zu 80% ihrer Gewicht und Kosten machen) und Modernisierung leichter Anteilen (wie, zum Beispiel, Antrieb, Verwaltung und Mechanismen) voraussehen. Weil die größten Betriebe dieser Industrien sind heutzutage privaten, bestimmte Organisations- und Rechtsmaßnahmen untergenommen werden sollen.

**Ключевые слова:** машина, модернизация, тяжелый компонент, легкий компонент, инновационный проект, законодательная мера.

**Key words:** machine, modernization, heavy component, light component, innovative project, legal action.

**Mots clefs:** machine, modernization, composant lourd, composant légère, projet innovatif, mesure juridique.

**Schlüsselwörter:** Maschine, Modernisierung, schwere Anteil, leichte Anteil, Innovationsentwurf, Gesetzmaßnahme.

Президентом РФ на ближайшие десятилетия намечены основные стратегические задачи экономической модернизации, в результате решения которых Россия должна стать страной с «умной» экономикой, основывающейся на создании уникальных знаний, экспорте новейших технологий и продуктов инновационной деятельности [1]. Председателем Правительства также намечены направления дальнейшего восстановления и посткризисного развития экономики, среди которых: содействие программам технического обновления и модернизации системообразующих предприятий; стимулирование ответственного высокотехнологичного экспорта; развитие жилищного строительства; поддержка внутреннего спроса; борьба с безработицей и решение проблем моногородов [2]. Успешное решение этих задач и просто обеспечение жизнедеятельности России основываются на функционировании и развитии таких

отраслей народного хозяйства, как машиностроение, металлургия, энергетика. В то же время, по свидетельству авторитетных источников, основное тяжелое оборудование, работающее в этих отраслях, находится в эксплуатации 30, 40 и более лет, оно устарело на 60–85% и требует модернизации. О необходимости скорейшей модернизации оборудования свидетельствуют и участвовавшие случаи аварий, среди которых разрушение гидроагрегата Саяно-Шушенской ГЭС является одной из самых тяжелых.

Модернизация экономики в сжатые сроки с заменой всей массы оборудования, находящегося в эксплуатации длительное время, является невыполнимой задачей. Но модернизация предприятий тяжелой промышленности и энергетики с минимальными затратами труда и времени дают возможность осуществить инновационные проекты, рекомендованные в [3] для основных сфер экономики. Особое значение

разработка и внедрение инновационных проектов имеют в настоящее время, так как эти проекты позволяют «... используя мировую кризисную ситуацию, добиться реализации российских преимуществ» [4]. Возможность и необходимость модернизации тяжелых машин в металлургии, машиностроении, энергетике основывается на ряде общих конструктивно-технологических особенностей, характеризующих эти машины.

Во-первых, физическая сущность основных технологий, таких как плавка и литье металла, обработка давлением и резанием, получение электроэнергии в гидроагрегатах и атомных реакторах не подвержена моральному старению, что определяет весьма длительный срок службы тяжелых машин. Новое оборудование, в большинстве случаев, отличается от существующего лишь большей мощностью, современными системами привода, управления, механизации и автоматизации. Это позволяет получать новые технологические возможности и на существующем оборудовании за счет модернизации указанных систем (~20% стоимости собственно машины) при обеспечении дальнейшей надежной эксплуатации основных несущих базовых деталей (~80% массы и стоимости оборудования).

Во-вторых, тяжелые обрабатывающие машины и энергетические установки не подвержены физическому износу. Опыт эксплуатации и анализ случаев отказа показывают, что их разрушения не связаны со старением всего объема материала в процессе длительной работы. Причины разрушения узлов и деталей существовали с самого начала эксплуатации и были заложены в машину заводом-изготовителем на стадиях проектирования, изготовления и монтажа. На современном уровне развития науки о прочности эти причины разрушения выявляются и устраняются до начала развития усталостных трещин и разрушения деталей.

Новые технологические возможности машины при сохранении существующих базовых деталей достигаются за счет модернизации систем привода, управления и механизации.

В-третьих, тяжелые машины для обеспечения необходимых технологических параметров и допустимых уровней прочности и жесткости имеют массу и габариты, предельные по возможностям крупнейших машиностроительных заводов и транспорта. Так, массы собственно гидравлических прессов силой 750, 300, 150 и 100 МН составляют, соответственно, 20500, 6500, 2000 и 1000 тонн, а габариты их отдельных деталей достигают нескольких десятков метров. Станины клетей прокатных станов 2500 и 5000 имеют массу 111 тонн и 1500 тонн, соответственно. Масса только вращающихся частей гидроагрегатов гидроэлектростанций достигает 1000

тонн. В общем случае, создание единицы нового тяжелого оборудования, до 80% массы и стоимости которого составляют базовые детали, требует весьма значительных средств и не менее 5–8 лет на проектирование и изготовление. В связи с большой стоимостью и длительным сроком изготовления, базовые детали тяжелых машин должны быть сохранены для дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, для тяжелых машин и оборудования моральный и физический износ не связаны прямой зависимостью с длительностью срока службы, а значительные масса, стоимость и длительность изготовления не позволяют обеспечить современные производственные требования путем замены действующих машин новыми. Поэтому на нынешнем этапе инновационный путь обновления тяжелых машин и оборудования заключается в обеспечении прочностной надежности базовых деталей действующих машин на дальнейший длительный период эксплуатации (остается в работе 80% основных фондов). Модернизация (или физическая замена) систем привода, управления и механизации, составляющих не более 20% массы и стоимости собственно тяжелой машины, снимает проблему морального старения и обеспечивает современные производственные возможности тяжелых машин и оборудования.

Достижение современного производственного уровня тяжелых машин и оборудования при обеспечении дальнейшей длительной безотказной эксплуатации существующих базовых деталей является идеологической основой инновационного проекта обновления этих машин и оборудования. Принятие этого положения в качестве безусловного результата длительной эксплуатации создает систему взглядов и идей, которые формируют технико-экономические отношения, обеспечивающие выполнение проекта инновационной модернизации основных фондов народного хозяйства России на современном этапе.

Реализация проектов обновления включает в себя следующие этапы:

1. Анализ состояния действующего оборудования с разделением его на следующие категории:
  - 1.1. Оборудование, которое будет оставаться в дальнейшей эксплуатации при существующих параметрах технологического процесса без изменения систем привода, управления и механизации;
  - 1.2. Оборудование, которое будет оставаться в дальнейшей эксплуатации при существующих параметрах технологического процесса с модернизацией систем привода, управления и механизации;
  - 1.3. Оборудование, которое будет оставаться в дальнейшей эксплуатации с модернизацией

технологического процесса (увеличение силы и производительности), систем привода, управления и механизации;

2. Экспертиза фактического состояния объектов по пунктам 1.1–1.3, установление причин возможных отказов, разработка технических решений по их предупреждению;
3. Осуществление технических решений по предупреждению отказов базовых деталей объектов по пунктам 1.1–1.3 при дальнейшей длительной эксплуатации;
4. Обновление объектов по пунктам 1.2 и 1.3 с сохранением для дальнейшей длительной эксплуатации базовых деталей, составляющих основную часть массы и стоимости собственно металлургической машины.

Научно-технические вопросы модернизации и обеспечения дальнейшей длительной эксплуатации тяжелых машин достаточно полно отработаны [5]. Установление причин отказов своевременно, до возникновения необратимых изменений, достигается применением современных методов экспертизы состояния базовых деталей. Технические решения, разработанные для всех классов базовых деталей, позволяют на месте, в цеховых условиях, устранять причины возможных отказов. При восстановлении разрушенных или поврежденных деталей вносятся конструктивно-технологические изменения, повышающие прочность деталей и устраняющие возможность возникновения повторных отказов.

Обеспечение дальнейшей длительной безотказной работы базовых деталей дает возможность осуществить глубокое обновление тяжелых машин и оборудования путем модернизации систем привода, управления и механизации. Но в масштабах всей страны скорейшее решение поставленных задач сдерживается тем, что в настоящее время большинство крупных предприятия принадлежат частным владельцам. Желание в кратчайший срок получить максимальную прибыль обуславливает недостаточное внимание, а, во многих случаях, и пренебрежение к работам по обеспечению дальнейшей безотказной работы действующих тяжелых машин.

Для владельца предприятия являются понятными и осуществляются инвестиции в машины и оборудование, приобретение которых сразу увеличивает прибыль. Инвестиции в работы, материалы и оборудование, которые обеспечивают дальнейшую безотказную работу действующих тяжелых машин и оборудования, вызывают некоторое неприятие или нежелание. Действительно, деньги надо платить сейчас, а разрушение может не произойти, пока не закончится выполнение необходимой программы, а дальше машина будет использоваться очень редко и с меньшей производительностью. Или после

выполнения определенной программы машины или производство приобретут нового хозяина. Или при проведении прочностных расчетов были допущены ошибки, и запасы прочности оказались заниженными, а на самом деле они вполне достаточны и разрушение вообще не произойдет. В большинстве случаев, результатом такого понятного и естественного отношения к обеспечению прочностной надежности является внезапное полное разрушение конструкции с тяжелыми последствиями. Именно такое отношение к обеспечению прочностной надежности гидроагрегатов явилось причиной аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Далее необходимо специально отметить, что машиностроительный завод не комплектует тяжелые машины запасными базовыми деталями, что предполагает их безотказную работу до окончания срока морального износа оборудования. Для работников производств, эксплуатирующих машины, установление и предупреждение причин отказов базовых деталей не предусмотрены инструкцией по эксплуатации машин, не соответствуют их специализации и не входят в их штатные обязанности. Поэтому экспертиза состояния, предупреждение отказов и восстановление базовых деталей тяжелых машин и оборудования должны выполняться специализированными организациями.

Наши специалисты работают в области обеспечения прочностной надежности тяжелых машин и оборудования с середины прошлого века. На единой научно-методической основе проведены работы по экспертизе состояния, восстановлению работоспособности и обеспечению дальнейшей безотказной работы тяжелых машин и оборудования в различных отраслях техники. Результаты выполненных работ покажем на нескольких примерах тяжелых машин с наиболее высокими уровнями механических напряжений в базовых деталях. К таким машинам относятся мощные гидравлические прессы, работающие в различных отраслях промышленности.

Пресс силой 200 МН работает на Челябинском трубопрокатном заводе (ОАО «ЧТПЗ») с 1971 г. в линии производства нефтегазовых труб диаметром 1020–1220 мм. В 2003 г. возникла необходимость выпуска труб нового сортамента с увеличенными толщинами стенок и пределами текучести материала, что, в общем случае, требовало создания нового прессы силой 350 МН. Комплекс работ по обеспечению прочностной надежности позволил увеличить силу существующего прессы с 200 до 350 МН за счет установки дополнительных прессов и общего увеличения давления рабочей жидкости с 32 до 37 МПа при сохранении общей компоновки прессы и существующих базовых деталей. В мае 2005 г. проведена формовка заготовок первой партии труб нового сортамента при силе прессы 350 МН. Модернизация мощного гидравлического прессы с увеличением его силы в 1,75 раза с 200 до 350 МН осуществлена впервые в мировой практике.

В 1973 г. на Выксунском металлургическом заводе (ОАО «ВМЗ») была запущена в эксплуатацию линия производства железнодорожных колес с гидравлическими одноцилиндровыми прессами силой 20, 50, 100 и 350 МН (по ходу потока). В период 1974–2003 гг. производительность линий не превышала 450 000 колес/год. В 2003–2006 гг. производительность линии была увеличена до 820 000 колес/год. Специально разработанный комплекс технических решений по обеспечению прочностной надежности предотвратил отказы базовых деталей при резком увеличении производительности прессов. Для линии мощных гидравлических прессов 820 000 нагружений полной силой в год является мировым рекордом производительности.

Гидравлический штамповочный пресс силой 300 МН работает на Верхне-Салдинском металлургическом объединении (ОАО «ВСМПО-АВИС-МА») с 1961 г. За истекшие 50 лет эксплуатации пресс морально не устарел и при существующих технологических возможностях будет находиться в эксплуатации весьма длительное время. Для предупреждения аварийных ситуаций, связанных с разрушением базовых деталей, и повышения качества штампуемых изделий разработана и с 2003 г. находится в эксплуатации специальная система управления прочностными и технологическими параметрами пресса. Создание постоянно действующей системы контроля состояния базовых деталей и параметров технологического процесса мощного гидравлического пресса осуществлено впервые в практике мирового прессостроения.

### Заключение

1. На современном этапе обновление парка тяжелых машин и оборудования в различных отраслях народного хозяйства должно основываться на инновационных проектах, позволяющих сохранить для дальнейшей эксплуатации базовые детали, составляющие до 80% массы и стоимости этих машин. Современный технологический уровень тяжелых машин и оборудования обеспечивает модернизацию систем привода, управления и механизации (20% массы и стоимости машин и оборудования).
2. Инженерно-методические вопросы обеспечения прочностной надежности базовых деталей

при дальнейшей длительной эксплуатации тяжелых машин и оборудования детально разработаны и апробированы на ряде промышленных объектов.

3. Выполнение работ по обновлению парка тяжелых машин необходимо провести в посткризисный период. Сравнительно небольшая загрузка основного производства в этот период позволяет с минимальными затратами выполнить работы по обновлению производства.

4. Своевременное и в масштабах всего государства выполнение инновационных проектов в посткризисный период обеспечит в едином комплексе решение следующих задач народного хозяйства:

- экономически эффективное обновление тяжелых машин и оборудования;
- предупреждение аварий и техногенных катастроф;
- предупреждение экономического ущерба при модернизации оборудования, связанного с остановкой производства в период полной его загрузки.

5. Для успешного осуществления модернизации следует на законодательном уровне отработать организационно-экономическую составляющую проектов. Необходимость такого централизованного подхода заключается в том, что масштабное и в единых технико-экономических условиях обновление тяжелых машин и оборудования осложняется их принадлежностью различным владельцам, в том числе и частным.

### Библиографический список

1. Медведев Д.А. «Россия, вперед». Послание Федеральному Собранию. 12.11.2009 г.
2. Путин В.В. Выступление на XI съезде Партии «Единая Россия» в г. Санкт-Петербурге, 21 ноября 2009 г.
3. Медведев Д.А. Послание Президента России федеральному собранию. 5 ноября 2008 г.
4. Путин В.В. Ответы Председателя Правительства России на вопросы населения 04 декабря 2008 г.
5. Пасечник Н.В., Сурков И.А. Обеспечение прочностной надежности металлургических машин — важная составляющая часть модернизации металлургического комплекса России // Тяжелое машиностроение. — 2008. — № 5. — С. 11–17.

Пасечник Н. В. – доктор технических наук, профессор

Pasetchnik N. V. – Doctor of Technical Sciences, Professor

Сурков И. А. – кандидат технических наук

Surkov I. A. – Candidate of Technical Sciences

e-mail: evgenii.zhukov@mail.ru