

Золото Женевы – в Нижнем Новгороде

Объединенная компания ОАО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт» (ЗАО АСЭ) – одна из бурно развивающихся компаний на мировом рынке строительства атомных электростанций, имеющая и активно использующая высокие технологии – такие, например, как MULTI D-проектирование. Вместе с этим руководство компании хорошо понимает: чтобы быть лидером в сфере строительства АЭС в мире, необходимо ещё больше повышать эффективность, снижая издержки и сокращая сроки строительства.

Для достижения цели, поставленной генеральным директором ГК «Росатом» С. В. Кириенко, – повышение доли атомной энергии в России до 25% к 2030 году – необходимо сократить сроки строительства АЭС с 60 месяцев (5 лет) до 42 (3,5 года).

Для решения этой задачи директором ОАО «НИАЭП» В. И. Лимаренко было принято решение о внедрении на строящемся энергоблоке № 4 Калининской АЭС Производственной системы «Росатом» (ПСР), которая уже показала свою эффективность в других отраслях, в частности в машиностроении. Поставленные задачи были возложены на управление по развитию Производственной системы (УРПС, руководитель управления В. Н. Остапович). Были определены основные направления по повышению безопасности (первый идеал ПСР), качества и производительности работ.

Одним из примеров пилотных проектов может служить монтаж системы преднапряжения защитной оболочки (СПЗО).

СПЗО обеспечивает герметичность при любых авариях с разуплотнением главного циркуляционного контура и защищает атомный энергоблок и реакторную установку от внешних воздействий, таких, например, как падение самолёта или прямое попадание ракеты. СПЗО состоит из металлических канатов, которые собраны в пучки по 46 штук каждый; всего в системе 96 цилиндрических – по 180 метров и 36 купольных – по 90 метров канатов.

Монтаж и натяжение СПЗО является критической позицией для начала испытания системы герметичных ограждений (СГО). Своевременное завершение работ дает возможность начать испытания и регистрацию СГО в праздничные (в данном случае – в новогодние) дни без дополнительной остановки строительства, т. к. в СГО никого не должно быть.

Первые опытные работы заведения армоканатов по процедуре, прописанной фирмой «Freyssinet», показали, что эта технология не применима на энергоблоке № 4 Калининской АЭС из-за опасности повреждения армоканатов, возникающей в связи с запутыванием технологических тросов в каналообразователе.

Была разработана собственная технология, предполагающая заведение сразу 46 армоканатов одновременно. Модернизированная система преднапряжения защитной оболочки (СПЗО-М) впервые использовалась в России.

При производстве работ был разработан график, предусматривающий поточный монтаж системы с обеспечением фронта работ на сутки вперёд и непрерывной подачей материалов, которым предусмотрено параллельное ведение подготовительных работ вне зоны блока в цехе подготовки производства и основного рабочего процесса – монтажа систе-

мы, благодаря чему оборудование работало круглосуточно.

Проводился постоянный производственный анализ процессов и их непрерывное совершенствование в соответствии с принципами ПСР. Приведем лишь некоторые примеры улучшений, позволивших существенно повысить производительность труда при выполнении данной операции.

Упомянутое выше предложение заводить 46 армоканатов одновременно (вместо пяти предусмотренных по французской технологии) дало повышение производительности в **10 раз** (рис. 1).



Рис. 1

Разматывание канатов с использованием двух бобин с каждой стороны пучка исключило холостой ход машины, протягивающей армоканаты, сократив время формирования пучка и повысив производительность по установке в **4 раза**. А использование для формирования пучка неэксплуатируемых железнодорожных путей исключило целую операцию, предусмотренную по технологии, – изготовление специального лотка-желоба, что, в свою очередь, сократило затраты труда и материалов (рис. 2).



Рис. 2

Увеличение числа одновременно разматываемых бобин при формировании пучка позволило делать это в **6,5 раза** быстрее (рис. 3).



Рис. 3

Установка машины выдачи пучков и лебедки на крановые пути вместо трудоемкой перестановки их с помощью крана повысила производительность по перестановке в **10 раз** (рис. 4).



Рис. 4

Замена тяжелой металлической плиты на деревянную и установка ее вручную без использования крана, обеспечение герметичности соединения плиты с каналообразователем путем заливки жесткого раствора с продолжением работ через сутки позволили повысить производительность труда по установке в **7 раз** (рис. 5).



Рис. 5

В итоге благодаря введению графика монтажа, своевременной поставке материалов, правильной организации производственных процессов было достигнуто максимально эффективное выполнение работ, а именно – установлен рекорд в атомной отрасли: **монтаж СПЗО проведен за 143 дня** (на АЭС в Финляндии аналогичная операция была осуществлена за 2 года, на АЭС «Куданкулам» в Индии – за 1,5 года).

Столь высокие результаты были достигнуты специалистами УРПС НИАЭП и сотрудниками подрядной организации – ООО «СМУ № 1».

В апреле 2012 г. Нижегородская инженеринговая компания «Атомэнергопроект» приняла участие в работе юбилейного 40-го Салона изобретений и инноваций в Женеве (Швейцария), где и представила патент на полезную модель «Арматурный пучок».

По оценке французских специалистов, проектировщиков СПЗО, работы, выполненные на КАЭС-4, соответствуют всем международным стандартам. Разработка специалистов ОАО «НИАЭП» получила международное признание изобретателей: компания награждена золотой медалью и дипломом Салона.

Кроме НИАЭП в составе сводной делегации Нижегородской области была и делегация Саровского ядерного центра. В экспозиции ядерного центра были представлены три проекта: «Диффузионное цинкование – новый метод нанесения антикоррозионного покрытия»; «Полуфабрикаты и комплектующие изделия с наноструктурой для конструкционных применений»; «Разработка устройства с биологической обратной связью для восстановления и развития функций рук». Все три разработки ВНИИЭФ получили золотые медали и дипломы Салона. Проект устройства с биологической обратной связью для восстановления и развития функций рук был также отмечен тремя дополнительными наградами от участников выставки.

Стоит отметить, что юбилейный, 40-й Международный салон изобретений, который проходит под патронажем Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), был отмечен рекордами: число выставленных изобретений – 789, количество стран-участниц – 46, число посетителей – 64 тысячи. Больше всего новаций представили компании из Китая, на втором почетном месте – Россия.

Производственная система «Росатом» на строительстве энергоблоков № 3, 4 РоАЭС

(на примере укрупнительной сборки блоков гермооболочки реакторного отделения)

**И. Н. Смагин, ведущий специалист
Лаборатории по совершенствованию
производственных процессов
по Ростовской АЭС Управления
по развитию производственной
системы и охране труда ОАО «НИАЭП»**

Сегодня атомная отрасль получила серьезную поддержку государства, благодаря этому развивается стремительными темпами. В отрасль приходят молодые специалисты, строятся новые АЭС, возрождаются предприятия атомной промышленности. Во времена стремительного развития атомной энергетики и строительства АЭС необходимо применять новейшие технологии не только в строительстве, но и в управлении стройкой. Строить старыми методами не позволит само время: конкуренция.

Производственная система «Росатом» (ПСР) является логически завершенным и изложенным в современном контексте видением эффективного управления производственными процессами. Она является преемницей научной организации труда, производства и управления (НОТПиУ) и разработок Минсредмаша, благодаря которым нашей отрасли удавалось достигать кратного роста производительности труда. Кроме того, в ПСР включены и адаптированы под атомную отрасль лучшие достижения и инструменты из других современных методических платформ.

Производственная система Росатом — это методика, идеологии и конкретные инструменты повышения производственной и управленческой эффективности деятельности ГК «Росатом» и входящих в госкорпорацию предприятий. Она представляет собой методически целостный отраслевой комплекс взаимосвязанных производственных процессов, в которых действия, не создающие ценность, сведены к минимуму в результате последовательных улучшений при помощи принципов, правил, инструментов и методов.

Чему учит производственная система? Принципы просты и понятны.

1. Всё что мы делаем, мы делаем для заказчика. Он платит нам деньги за работу, приносящую ценность.

2. Хотите увидеть, оптимально ли организована работа на вашем предприятии?

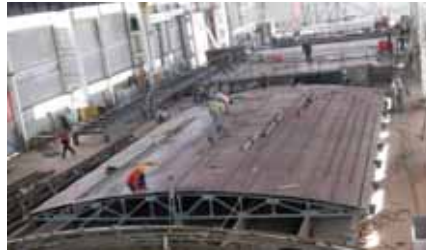
Выйдите на производственную площадку, стройку, возьмите в руки секундомер, технологическую карту, суточное задание, и вы всё поймете.

3. Кто главный на производственной площадке?

Задайте этот вопрос вашим подчинённым, и ответ не заставит долго ждать. «Это директор», — услышите в ответ. Так ли это? Кто производит продукцию? Кто доставляет материалы? Кто пакует и отправляет готовую продукцию?

Ответив на эти вопросы, вы поймете, что главный на площадке — слесарь, монтажник, сварщик, токарь.

При этом, если они работают в нормальных и безопасных условиях, материально стимулированы, — это безграничный потенциал возможностей.



4. Используем ли мы этот потенциал? Создаём ли мы условия для развития собственных кадров? Правильно ли мы их оцениваем? Что и сколько приносит работник для развития собственного предприятия? Отсюда рождается принцип «система непрерывных улучшений».

Рост экономики страны нуждается в современных предприятиях, обеспеченных мощностями, поэтому строить надо быстро и с необходимым качеством. Для того чтобы эту идею осуществить, нужно следующее:

- механизация: краны, автомобильная техника и т. д.;
- материалы и оборудование;
- методы и технология;
- квалифицированный персонал.

Если механизация и материалы ушли далеко вперёд, то методы строительства и опытный персонал за время перерыва в атомной отрасли не получали никакого развития.

Так что же происходит на строительстве энергоблоков №3, 4 Ростовской АЭС?

– Реализация определённого объёма работ начинается с оценки текущего состояния действующих цехов изготовления укрупнения.

– Проект подходит к пику реализации, а организация только укомплектовывается персоналом, средствами механизации, проектной документацией. Потери в сроках и как следствие – увеличение численности на последних этапах работ.

– Работа по освоению тонн металлоконструкций и кубов бетона движется за счёт знаний и опыта «бывалых» на других станциях прорабов.

– Фото-, видеосъёмка, стандарты выполнения операций, ежедневная визуализация текущего производства, технологические решения по тепломонтажу и укрупнению металлоконструкций, улучшения, производимые рабочими на монтаже, технологическая оснастка. И как результат работы – подробные графики строительства с сокращением сроков и стоимости.

Одним из примеров внедрения ПСР на строительной площадке стала укрупнительная сборка блоков гермооболочки реакторного отделения энергоблока № 3 Ростовской АЭС.

Актуальность проекта УБ в том, что изготовление, монтаж и бетонирование УБ защитной оболочки находятся на критическом пути строительства РоАЭС-3, и его выполнение в сроки, определенные графиком, позволит провести монтаж полярного крана, купола и приступить к установке реактора.

Защитная оболочка состоит из 12 укрупненных блоков (УБ) первого яруса и 12 укрупненных блоков второго яруса, общий вес конструкций 1-го и 2-го яруса – 1498 тонн.

Целью данного проекта является изготовление, монтаж и бетонирование 30 РоАЭС за 474 дня, тем самым на 55 суток сокращается срок по сравнению со строительством Калининской АЭС (529 суток) и устанавливается новый норматив строительства для внесения в отраслевые стандарты.

При реализации проекта по изготовлению УБ 30 организовывались работы по снятию текущего состояния, фиксированию потерь и решению проблем.

Проблемы, возникшие в ходе изготовления УБ (рис. 1):

1. Отсутствие строительной готовности цеха сборки УБ.
2. Неравномерная загрузка людей и оборудования.
3. Отсутствие готовности цеха АКЗ (подъездные пути, вентиляция).
4. Отсутствие запараллеливания АКЗ (отсутствие второй транспортной платформы).
5. Отсутствие в необходимом количестве квалифицированного персонала, оборудования, инструмента.

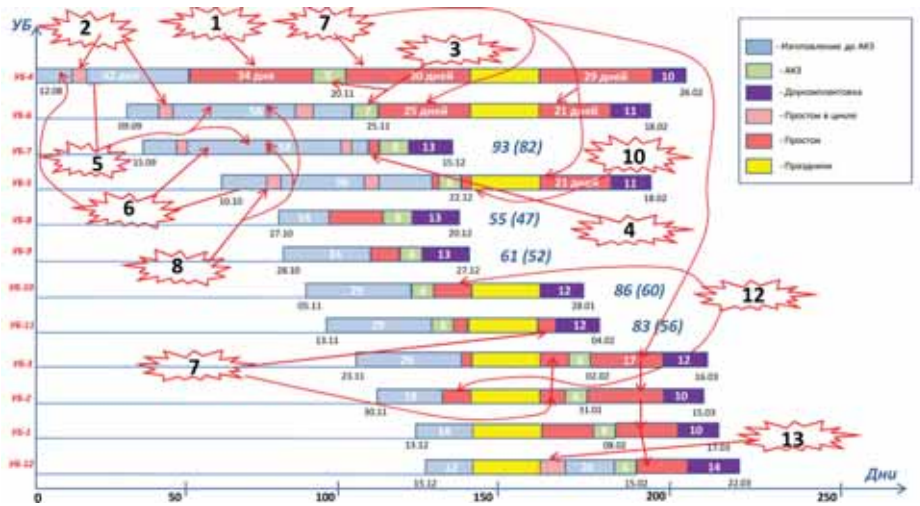


Рис. 1



Рис. 2

- 6. Имевшаяся технология приводила к потерям времени на лишнюю транспортировку, переворотам крупногабаритных конструкций.
- 7. Неготовность крана KROLL, запрет эксплуатации крана СКР-3500 привели к изменению последовательности изготовления блоков.
- 8. Периодическое отключение электроэнергии.
- 9. Ошибки в чертежах (на всех этапах изготовления).
- 10. Неисправность стыковсварочной машины.
- 11. Отсутствие материалов для АКЗ.
- 12. Неисправность козлового крана на площадке доукомплектования.
- 13. Изменение конструкции кондуктора под УБ-12.

В начале реализации проекта УБ столкнулись с проблемой отсутствия строительной готовности цеха, коммуникаций, электросетей. Для снижения последствий вводилось совместное планирование строительных работ и собственно изготовления УБ с целью исключения простоев и организации безопасного хода работ (на рисунке проблема № 1).

Особенный отпечаток накладывало отсутствие необходимого количества квалифицированного персонала, что потребовало организовывать обучение монтажников в процессе работы с использованием наставничества со стороны опытных прорабов, бригадиров, звеньевых (на рисунке проблема № 5).

Неравномерная загрузка людей и оборудования (на рисунке проблема № 2): для решения данной проблемы применён инструмент ПСР – «Хейдзунка» (выравнивание). Установлен дополнительный кондуктор доработки, что позволило оптимизировать загрузку оборудования.

Неготовность крана KROLL в зоне монтажа привела к необходимости изменения последовательности изготовления укрупненных блоков: работы на двух готовых на 70% блоках были остановлены, дополнительно смонтированы два кондуктора доукомплектовки (на рисунке проблема № 7) и другие проблемы.

Для организации эффективного процесса производства было проведено обучение работников основам принципам, идеалам и инструментам ПСР с целью выработки у персонала навыков самостоятельного выявления и устранения проблем.

Из числа прошедших обучение ПСР была создана рабочая группа, которая под методическим руководством специалистов УРПС провела снятие и анализ текущего состояния процесса изготовления УБ, составлена карта текущего состояния потока создания ценности с указанием узких мест, позволяющая исключить или в значительной степени сократить потери.

Персоналом ООО «ТРЕСТ РосСЭМ» подано 35 кайзенов – предложений на усовершенствование, направленных на повышение безопасности труда, улучшение качества и снижение времени цикла выполняемых операций.

На «узких» рабочих местах проводилась стандартизированная работа (изготовление анкерного уголка, где улучшены условия труда, сокращены перемещения операторов, разработаны рабочие стандарты и получен общий эффект – снижение времени цикла на 20% (рис. 2).

Для визуализации процессов производства внедрен стенд производственного анализа, разработана цепочка помощи, позволяющая более оперативно решать возникающие проблемы, организована выдача и анализ выполнения сменных заданий, для фиксирования и оперативного решения проблем применялся «Лист проблем и решений».

Разработан стандарт ежедневного технического обслуживания стыковсварочной машины, что позволило исключить ее поломки (рис. 3).

Для повышения культуры производства были разработаны стандарты уборки производственных цехов.

Проведенные мероприятия по стандартизации процессов позволили разработать детализированные графики изготовления, доукомплектовки, монтажа и бетонирования УБ, которые будут использоваться как стандарты выполняемых работ на 4-м энергоблоке РоАЭС (рис. 4, 5).

Результатом работы на данном проекте стало сокращение сроков изготовления, стандартизация процессов и

вовлечение персонала в процесс непрерывного совершенствования.

Сегодня на строительных площадках трудятся специалисты, которые строят уже не первый объект по всей нашей необъятной стране, но в связи с быстро меняющейся ситуацией необходимо работать не только качественно, но и быстро, а для этого необходимо изменить мышление людей.

С этой целью в 2011 г. в ОАО «НИАЭП» создан Учебный центр на базе Волгодонского филиала.

Задачи учебного центра:

1. обучение производственной системе «Росатом» сотрудников ОАО «НИАЭП» и субподрядных организаций, которые трудятся на строительной площадке, а также сотрудников других организаций, которые сотрудничают с ОАО «НИАЭП»;
2. создание эталонных участков, на примере которых будут обучаться организации, входящие в концерн «Росатом»;
3. развитие у обучающихся навыков самостоятельного выявления и устранения потерь на рабочих местах;
4. переподготовка и повышение квалификации сотрудников ОАО «НИАЭП» и его партнеров в области внедрения Производственной системы «Росатом».

Результаты работы учебного центра в 2011 году:

- обучено 77 сотрудников из 7 организаций;
- по результатам обучения внедрено 58 кайзен-предложений;
- создаются эталонные рабочие места на базе ООО «ТРЕСТ РосСЭМ».



Рис. 3

Рис. 4



Рис. 5

Rosatom Production System Used in Construction of the 3rd and 4th Power-Generating Units of Rostovskaya NPP

(an example of the reactor containment site joint)

**I. N. Smagin, Senior Specialists,
Laboratory of Rostovskaya NPP Operation
Improvement, Department of Production
System Development and Labor Protection,
NIAEP JSC**

Being supported by the state, the nuclear sector is developing rapidly. Young specialists are got engaged into it, new NPPs are built and many nuclear facilities are recovered. When the sector develops rapidly and new NPPs are built, it is required to use modern technologies both in building and in the construction control. Now it is impossible to build using old methods due to tough competition.

Rosatom Production System (RPS) is a logically complete and modern context-related vision of effective industrial control. It is a continuation of the scientific organization of labor and achievements of Ministry of Medium Machine Building which let the industry ensure many-fold growth of labor productivity. Moreover, the best expertise and tools used in other methodological platforms are integrated in the RPS and adapted to the nuclear sector.

Rosatom Production System comprises methods, ideologies and specific tools of enhancing production and control efficiency of Rosatom and enterprises that belong to Rosatom state corporation. It is a methodological unity of industrial processes in which operations that do not result in any new value are minimized by means of step-by-step improvements with the use of principles, rules, tools and methods.

The principles of the production system are simple and transparent.

1. Everything we do is done for the Customer. The Customer pays us money for work that results in new value.

2. Do you want to see whether the operation of your company is organized in the best way?

Come to the production or construction site, take a stop watch, a flow chart and a daily target, and you will see it.

3. Who is the boss at the production site?

Ask the question to your subordinates, and they will be prompt to reply: the Director, of course. Is that true? Who produces the goods? Who supplies the materials? Who is engaged in packing and delivery of ready goods?

If you answer the questions correctly, you will realize that the mechanic, the mounter, the welder, the turner are most important at the site.

If they work in normal and safe conditions and are materially motivated, their potential is virtually unlimited.

4. Do we use the potential? Do we create conditions for our personnel development?

5. Do we evaluate the personnel correctly? What does each worker contribute to the development of the company? This brings to life «a constant improvement» system.

For the country's economic growth modern companies with good capacity are needed, that is why construction must be fast and with due quality. The following is needed to implement the idea:

- mechanization: cranes, automotive transport, etc.;
- materials and equipment;
- methods and technology;
- qualified personnel.

While mechanization and materials quality have been highly developed, the construction methods and personnel qualification were not improved during the breakthrough in the nuclear sector.

What is going on at the construction of the 3rd and 4th power-generating units of Rostovskaya NPP?

- Any work starts with the evaluation of the present state of operating joint production workshops.

- The project is almost fully implemented, but the organization is only in the process of hiring personnel, getting mechanization facilities and design documentation. It results in longer time intervals and more personnel at the last stages of the project.

- The use of tons of steel works and concrete becomes only possible due to the expertise of foremen who have worked at other sites.

- Photo and video recording, operation standards, daily visualization of the current production, technical decisions concerning thermal assembly and metalware bundling, improvements in assembly made by workers, production tooling. It results in detailed construction schedules in which time interval and cost are minimized.

One of the examples of application of RPS at a construction site is the reactor cover site joint of the 3rd unit of Rostovskaya NPP.

The relevance of the SJ project is determined by the fact that production, assembly and concreting of the reactor containment are done at the critical stage of the 3rd unit construction; its termination in accordance with the schedule will make it possible to assemble the polar crane and the reactor dome and to start mounting the reactor.

The reactor containment consists of 12 unitized units of the first level, 12 unitized units of the second level with the total weight of 1,498 tons.

The goal of the project is to produce, assembly and place concrete at the 3rd unit for 474 days, thus the time interval is reduced by 55 days as compared to the construction of Kalininskaya NPP (529 days) and a new construction norm is set for the industry standards.

In the project implementation the current state was recorded, losses were registered and the problem solution was monitored.

The problems in the unitized units production:

1. Lack of construction readiness of the unitized units workshop.
2. Unbalanced load of personnel and equipment.
3. Lack of readiness of the corrosion protection workshop (rail access, ventilation).
4. Lack of paralleling of the corrosion protection workshop (lack of the second transfer platform).
5. Lack of sufficient personnel, equipment and tools.
6. The used technology lead to excessive transportation and handling of large-dimension structures.
7. The sequence of the units production was changed due to nonavailability of KPOLL crane and prohibition to use SKR-3500 crane.
8. Frequent blackouts.
9. Errors in drawings (at all production stages).
10. A breakdown of the butt-welding machine.
11. Unavailability of materials for the corrosion protection shop.
12. A breakdown of the travelling bridge crane at the pre-bundling site.
13. Alteration of the conductor design for SJ-12.

At the initial stage of the SJ project a problem of the shop, communications and power lines nonavailability occurred. To reduce the consequences the joint planning of construction was done and the units were produced jointly in order to exclude shutdowns and to organize the safe operation.

The lack of qualified personnel was of special effect. To overcome it, training of mounters was organized at site with the use of experienced foremen, gang leaders and lead men.

Unbalanced load of personnel and equipment: to solve the problem, heijunka (leveling) tool of RPS was used. An additional conductor was installed to optimize the equipment load.

Due to the nonavailability of KPOLL crane the sequence of the unitized units production was altered: work was stopped at the units that were 70 percent ready while two additional conductors were assembled.

To organize the effective operation and to develop the personnel's skill of detecting and solving problems, workers were taught the main RPS principles, ideals and tools.

A task force was formed of the workers who had been taught RPS principles. Under the supervision of the Department of Production System Development the group analyzed the current state of the unitized units production, compiled a map of the current value creation flow where the problem spots were indicated. The map allows to exclude or at least to reduce the losses.

The personnel of TREST RosSEM offered 35 kaizens, i.e. proposals of improvement aimed at enhanced labor safety, better quality and reduction of the operations time-limit.

Standardized operation were performed at the problem spots (manufacture of the anchoring steel, with improved labor conditions, reduced operators' movement; operational standards were developed which resulted in the 20 percent reduction of the cycle time).

To visualize the operation, a stand of production analysis was organized, an assistance chain was developed for prompt solution of the problems, shift target were given and analyzed, a «List of Problems and Solutions» was compiled.

A standard for daily maintenance of the butt-welding machine was developed to exclude its breakdown.

To improve the corporate culture, standards of the premises cleaning were developed.

The operations standardization resulted in the detailed schedules of production, bundling, assembly and concreting of the unitized units that will be used at the 4th unit construction at Rostovskaya NPP.

The main results of the project include reduced production time, operations standardization and involvement of the personnel in the constant improvement.

Today highly experienced specialists are engaged in the construction, but due to the sweeping changes it is necessary to work not only with good quality but very fast. To achieve this, the thinking of people must be changed.

With this aim in view NIAEP has established a Training Center at Volgodonsk branch in 2011.

The goals of the Training Center are as follows:

1. training NIAEP and sub-contractor personnel in RPS as well as training the staff of other companies who cooperate with NIAEP;
2. creation of standard sites as examples for Rosatom organizations;
3. development of skills of independent detection and elimination of losses at working places;
4. retraining and qualification improvement of NIAEP personnel in the RPS field.

Results of 2011 academic year:

- 77 specialists from 7 organizations were trained;
- 58 kaizen proposals were introduced;
- standard sites are being created at TREST RosSEM LLC.

Модель развития производственной системы ОАО «НИПОМ»

В. В. Кузьмин, директор управления по развитию ОАО «НИПОМ»

16 декабря 2011 года в Женеве подписан протокол о присоединении России к Всемирной торговой организации (ВТО). Ожидается, что вступление России в ВТО может произойти в сентябре 2012 года. Потенциально результатом этого шага могут стать:

- приход в страну зарубежных компаний и, как следствие, усиление конкурентной борьбы на российском рынке;
- навязывание России некоторых специальных правил и тарифов, не выгодных российским компаниям.

Готовы ли наши предприятия к жесткой конкуренции с западными компаниями? На многих российских предприятиях проведена полная или частичная модернизация и в настоящее время эксплуатируется современное оборудование. Во многих российских компаниях применяются современные зарубежные системы менеджмента (ERP, Lean production, KPI, ISO и др.). В то же время по данным Всемирного экономического форума (World Economic Forum) Россия занимает 101-е место в мировом рейтинге конкурентоспособности компаний. По данным Министерства экономического развития РФ производительность труда в отдельных отраслях экономики России до 30 раз ниже уровня Евросоюза и США, а в среднем производительность труда в России более чем в два раза ниже, чем в развитых странах. Мировой опыт показывает, что одним из наиболее действенных инструментов повышения производительности и эффективности производственных систем является применение системных методов управления компаниями.

В настоящее время наибольшее распространение как за рубежом, так и в России в той или иной мере получили две концепции: «выталкивающие» и «вытягивающие».

Выталкивающие системы (Resources Planning – RP) основаны на том, что предметы труда в производственном процессе передаются с предыдущей на последующую производственную стадию по определенному расписанию на плановый период по команде централизованной системы управления [1]. Системы такого типа были широко распространены в СССР в масштабах всего государства. Итогом подобного управления стало фактически банкротство страны. Следует отметить, что суть подобных систем близка менталитету российского человека (действовать после получения указания «сверху»), сложившемуся за несколько десятков лет советской власти.

Вытягивающие системы (сформированные на основе философии Lean production) основаны на том, что обработка предметов труда на предыдущей стадии производственного процесса начинается по команде (по мере необходимости) от последующей стадии, и так по цепочке от последней до первой производственной операции [1]. В значительной степени более эффективные, такие системы в то же время обладают меньшим



В. В. Кузьмин / V. V. Kuzmin

запасом устойчивости. В последние годы такие факторы, как участвовавшие техногенные катастрофы, снижение числа видов продуктов на рынке, стабильный рост цен на топливо, начинают оказывать все большее влияние на стабильность подобных производственных систем. Основатель системы Toyota Эджи Тойода еще в 1993 г., сказал: «В ближайшем будущем будет происходить возврат к основам». К тому же эти системы строятся в первую очередь на инициативе «снизу» и поэтому весьма далеки от понимания рядового российского гражданина с его пассивностью и инертностью.

К сожалению, большинство российских компаний не получили ожидаемый экономический эффект от применения описанных систем. Выход из сложившейся ситуации заключается в полномасштабном и сбалансированном изменении производственных систем российских компаний, то есть изменении «комплекса материальных объектов, коллектива людей, производственных, научно-технических и информационных процессов,

имеющих целью выпуск конечной продукции и обеспечение эффективного протекания производственного процесса» [1]. Системы с подобным подходом все активнее продвигаются в таких западных компаниях как Ford, General Electric, Westinghouse. Они имеют различные названия: Оптимизированная производственная технология (Optimized production technology – OPT), программа революционных преобразований на предприятиях и т. д. Они отличаются инструментами, но в любом случае базируются на органичном соединении имеющихся преимуществ «выталкивающих» и «вытягивающих» систем.

Наша эпоха считается временем потрясений. Поэтому главными критериями оценки предприятия стали быстрота и качество реагирования производственной системы на внешние воздействия. Однако эта оценка должна быть многофакторной, где каждый фактор может быть усовершенствован [2]. Фактически речь идет о комплексном подходе к производственной системе, базирующемся в основе своей на трех составляющих (рис. 1).

Инновации – нововведения в сфере производства и услуг (изобретения, новые технологии, оборудование и пр.), внедряемые с целью повышения эффективности производства и увеличения прибыли, обеспечивающие качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованные рынком и являющиеся конечным результатом интеллектуальной деятельности человека. Это наиболее простой путь развития, но если компания не имеет обученного и мотивированного на конечный результат персонала или же еще не использованы полностью внутренние ресурсы, данные нововведения сами по себе малоэффективны.

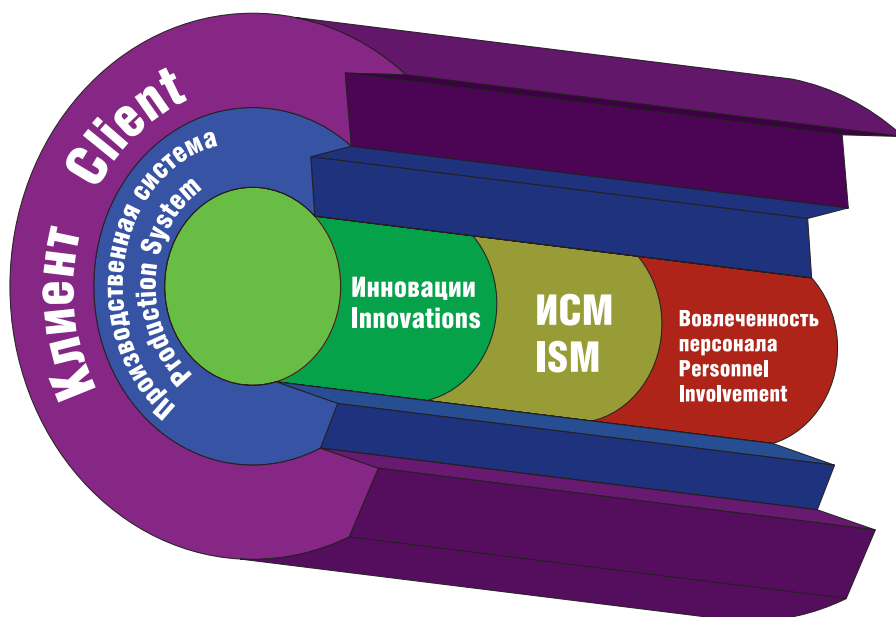


Рис. 1. Модель производственной системы / Fig. 1. Production System Model

Интегрированная система менеджмента (ИСМ) – процесс и результат взаимосвязи, сближения и объединения в единое целое различных систем управления, подразумевающий в основе своей исключение дублирования функций составных элементов.

Вовлечённость персонала – это эмоциональное и интеллектуальное состояние, которое мотивирует сотрудников выполнять их работу как можно лучше. Легенда мирового бизнеса и реформатор General Electric Джек Уэлч сказал: «Ведущие компании определён­но знают, где находится источник повышения производительности. Это люди, вовлеченные в работу, мотивированные, имеющие ресурсы для её выполнения и достойно оплачиваемые. Вовлеченность каждого отдельного сотрудника в работу, признание вклада каждого сотрудника, признание за каждым сотрудником права иметь свой голос и свою роль в достижении успеха компании — вот источник истинной производительности. Тот источник, который позволяет повысить её не постепенно, а в разы». Иными словами, если персонал компании в подавляющей массе безразличен к внедряемым улучшениям, то все нововведения обречены на неудачу.

Основными критериями успешной деятельности компании относительно своих конкурентов являются:

- низкий уровень материальных запасов в процессе производства, закупок и готовых изделий;
- минимальные площади;
- высокое качество изделий, минимальные затраты на брак и переделки;
- минимальные сроки изготовления продукции;
- гибкость при изменении ассортимента изделий;
- короткие сроки подготовки к производственному процессу;
- наличие в компании рабочих с многопрофильной квалификацией, которые могут заменить друг друга;
- высокий уровень производительности;
- минимизация непроизводственных работ, например, складирования, перемещения материалов и т. д.

Всего этого можно добиться с помощью «вытягивающей» системы «точно в срок» (Just in time – JIT), но в России есть ряд ограничений: отсутствие безотказного, самонастраивающегося механизма, обеспечивающего точность и согласованность поставок во времени и в пространстве и отсутствие нулевого уровня дефектности поставляемых компонентов. Если на эти ограничения наложить расстояния, которые характерны для России, и гигантский разрыв в уровне развития производственных систем в отдельно взятых компаниях, то вероятность внедрения данной концепции фактически сводится к нулю. Но выход есть, и он заключается в комбинации двух систем: «выталкивающей» на основе RP (Resources Planning) технологий и «вытягивающей» на основе системы улучшений (Kaizen или подобной ей).

В качестве примера реализации данного подхода можно привести производственную систему у ОАО «НИПОМ». Предприятие работает на рынке электротехники с 2001 года. Компания решает комплекс задач по реконструкции, модернизации и капитальному ремонту систем распределения и управления электроэнергией, от проектирования до сдачи объекта в эксплуатацию.

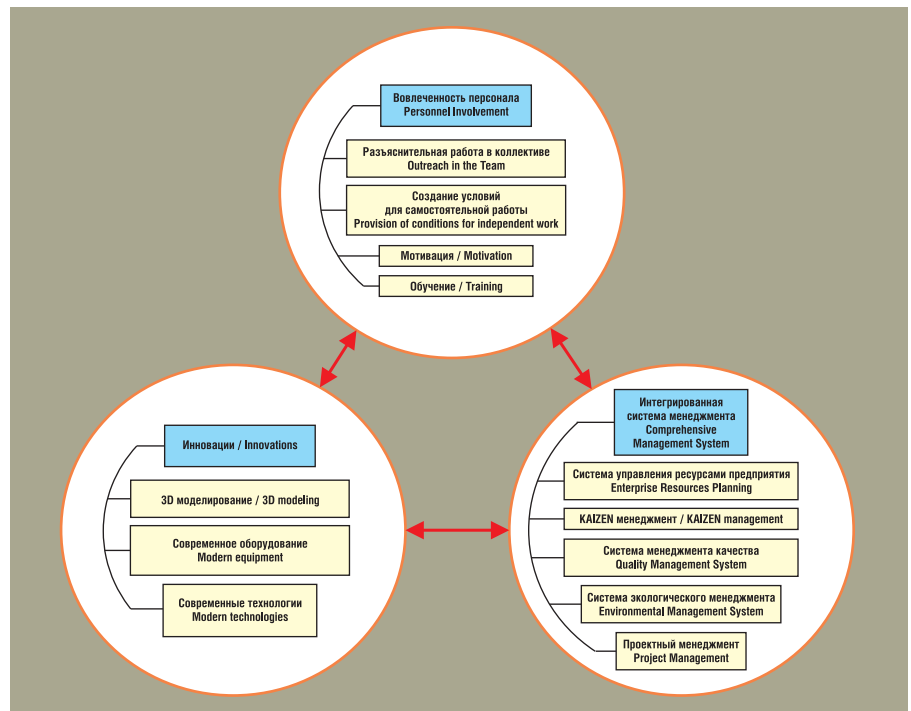


Рис. 2. Комплексный подход. / Fig. 2. Comprehensive approach

Концепция производственной системы ОАО «НИПОМ» состоит из следующих функциональных блоков:

Инновационная составляющая базируется на применении:

- 3D-моделирования, в настоящее время наиболее информативная концепция, позволяющая снизить затраты времени как на этапах проектирования и производства работ, так и на этапах обслуживания и ремонта оборудования. Основа для внедрения данной концепции: стандартные комплекующие, модульное проектирование и отработанные, а следовательно, качественные функциональные блоки;
- современных технологий, энергоэффективных, безопасных и высокопроизводительных;
- современного высокоэффективного оборудования, но при этом не выходящего за рамки общего материального потока.

В интегрированной системе менеджмента используются следующие системы:

- в качестве «выталкивающей» системы применяется система управления ресурсами предприятия (ERP – Enterprise Resources Planning), обеспечивающая планирование работ до уровня структурных подразделений, что позволяет минимизировать партии запуска в производстве, ограничить объем незавершенного производства, выровнять загрузку ресурсов всех подразделений, задействованных на выполнение плана;
- в качестве «вытягивающей» системы применяется Kaizen-менеджмент внутри структурных подразделений, обеспечивающий: минимальные материальные запасы на участках, сокращение потерь и непрерывное совершенствование бизнес-процессов предприятия;
- система менеджмента качества (СМК) обеспечивает регламентацию процессов предприятия и предупреждение возникновения различного рода отклонений;
- система экологического менеджмента является гарантией экологической безопасности производства;

• проектный менеджмент позволяет управлять проектами, в том числе выявлять и минимизировать риски по проектам.

Вовлеченность персонала реализуется за счет максимального использования рычагов воздействия. Это разъяснительная работа в коллективе, создание условий для самостоятельной работы, мотивация с учетом психотипа человека, обучение, в том числе смежным специальностям.

При этом в развитии производственной системы ОАО «НИПОМ» применяется два принципа: комплексный подход и сбалансированность.

Комплексный подход заключается в организации взаимодействия ключевых направлений не только внутри функциональных блоков, но и между ними (рис. 2). Можно долго выстраивать процессы в компании, но если нет механизма выявления и устранения потерь, эти процессы будут неэффективны, в то же время, если не регламентировать процесс выявления и устранения потерь, этот механизм так же будет малоэффективным (взаимосвязь СМК – Kaizen). Если не автоматизировать систему поддержания бизнес-процессов компании, то эта система вызовет отторжение персонала компании (взаимосвязь СМК – инновации – персонал). Как видно из приведенных примеров, производственная система является единым целым.

Сбалансированность заключается в синхронном развитии всех ключевых направлений производственной системы, иными словами, развитие должно идти по спирали. Пример: компания не сможет добиться высокой эффективности использования даже самого современного оборудования, если не заниматься быстрой переналадкой и автономным обслуживанием этого оборудования, в то же время, если не добиться должного уровня самосознания персонала и заинтересованности, то проекты по быстрой переналадке и автономному обслуживанию будут выполнены формально и неэффективно.



Рис. 3. Координатно-револьверный пресс комбинированный с манипулятором
Fig. 3. Combined coordinate turret press with a manipulating device

На предприятии ОАО «НИПОМ» во второй половине 2011 года было инициировано несколько проектов, базирующихся на принципе комплексного и сбалансированного подхода, за 6 месяцев были получены следующие результаты:

- введено в эксплуатацию современное энергосберегающее оборудование для обработки листового металла и увеличены



Рис. 4. Было. Стало / Fig. 4. Past. Present



Рис. 5. Было. Стало / Fig. 5. Past. Present



Рис. 6. Было. Стало / Fig. 6. Past. Present

мощности участка на 100%, а за счет применения методов быстрой переналадки – на 3,6% (рис. 3);

- введен в эксплуатацию на предприятии логистический комплекс (рис. 4), позволивший:
 - в 2,5 раза увеличить емкость складов при сокращении площадей на 25%;
 - сократить время комплектации в 3 раза.

За счет современных методов организации труда достигнут рост производительности на производственных участках до 16% (рис. 5).

Высвобождено 6% производственных площадей и повышена эффективность их использования на 23% за счет оптимизации материальных потоков (рис. 6).

Сокращен производственный цикл на 4%.

И это только начало. Большинство проектов реализуются в настоящее время, и мы ожидаем значительно больших результатов.

Список литературы:

1. Логистика: учеб. пособие/под. ред. Б. А. Аникина. ТК Велиби, Изд-во Проспект, 2006. – 408 с.

2. 20 ключей к совершенствованию бизнеса. Практическая программа революционных преобразований на предприятиях: авт. И. Кобаяси, пер. с япон. А. Н. Стерляжников. Москва: РИА «Стандарты и качество», 2006. – 248 с.



NIPOM Production System Development Model

**Vadim Kuzmin,
Development Director,
NIPOM JSC**

The Protocol for Russia's accession to WTO was signed in Geneva on December 16, 2011. Russia is expected to finally join the organization in September 2012. It will presumably result in:

- foreign companies' coming to the country and subsequent intensified competition in the Russian market;

- imposing special rules and tariffs on Russia which would be disadvantageous for Russian companies.

Are Russian companies ready for tough competition with Western companies? Many Russian enterprises have been modernized fully or partially, and operate modern equipment. Many Russian companies use foreign production management systems (ERP, Lean production, KPI, ISO, etc.). At the same time, according to the World Economic Forum, Russia ranks only 101th in terms of companies' competitiveness. According to the Economic Development Ministry, the productivity in some sectors is 30-fold lower than that in the EU and USA, while the average productivity in Russia is twice as lower than in the developed countries. It has been proved through the vast experience in the world that systematic production management methods can effectively help enhance productivity and effectiveness of production systems.

Two concepts are now most popular both in Russia and abroad: Resources Planning and Lean Production.

1. Resources Planning concept implies transmission of production resources from one production stage to another in accordance with a schedule at the order given by the centralized operations control unit [1]. Such systems were widely used in the USSR at the state level and resulted in the country's bankruptcy. It is noteworthy that the systems are close to the Russian mentality (to act after an order is received) formed throughout dozens of years of the Soviet period.

2. Lean Production-based systems organize the process in such a way that the processing of resources at a previous production stage is triggered by an order (when it is necessary) from the subsequent stage, and continuously by orders from the last production stage to the first one. Being more effective, such systems are less stable. Recently, their stability has been jeopardized by man-made disasters, lack of some types

of products in the market and permanent fuel price rise. It was as early as in 1993 when Eiji Toyoda, the founder of Toyota system, predicted: «We shall see a return to the fundamentals in the near future.» Besides, such systems are built on the initiative «from below», and thus they are alien to the mentality of common Russians who are generally passive and inactive.

Unfortunately, the majority of Russian companies have not benefited economically from the above systems. The situation can be considerably eased by means of full-scale and balanced transformation of production systems of Russian companies, which implies a change of «the combination of facilities, teams, production, research and information flows targeted at the manufacture of end products and effectiveness of the production.» This approach is actively used at Ford, General Electric, Westinghouse, and is termed in different ways: Optimized production technology (OPT), revolutionary changes program, etc. The systems use different tools, but their basis is the same – the harmonic combination of advantages of both Resources Planning and Lean Production.

Our epoch is thought to be the time of disturbances, therefore the main criteria of a company effectiveness include the speed and quality of the production system reaction to external actions. But the overall estimation must be a multi-factor system where each factor can be improved [2]. Actually, it implies a comprehensive approach to the production system organization based on three principal components (Fig. 1):

1. Innovations in production and services (inventions, new technologies, equipment, etc.) introduced in the pursuit of boosting production effectiveness and enhancing profitability, ensuring the growth of processes and products which, being the end result of human mental activity, are in demand in the market. This is the simplest way of development, but the innovations are not effective if a company does not have well-trained personnel highly motivated to manufacture the end product or the internal resources are not still used in full.

2. Integrated Management System (IMS) results from interrelation and combination of various management systems to basically exclude any doubling of functions of the components.

3. Involvement of personnel is defined as such emotional and intellectual state that motivates people to perform their work in the best possible way. As world business leader and reformer of General Electric Jack Welch put it: «The leading companies know for sure where the source of the productivity growth is. It is people involved into the work, motivated, having sufficient resources to perform it and well-paid. Involvement of each person, recognition of each person's contribution and recognition of each person's right to contribute to the common success – such is the source of the genuine productivity. The source that helps increase productivity not gradually but many-fold.» In other words, when the major part of the personnel is indifferent to the improvements made, all innovations are doomed to failure.

The main criteria of a company's success as compared to its rivals include:

- a small amount of inventories during production process, of procured and final products;
- minimum premises;
- high quality of products, low cost of defects and reoperation;
- minimum production time;

- flexibility in changing the range of products;
- short period of preparation for production operation;

- availability of specialists with diversified qualification who can substitute one another;
- high productivity;
- minimum nonproductive operations such as warehousing, materials transportation, etc.

All these objectives can be achieved by means of Just in Time system (JIT), but in Russia there are some limitations to it: a lack of reliable, self-adjusting mechanism of accurate and coordinated supplies in time and space and inability to ensure zero defects in supplied components. Having combined these limitations with large distances of Russia and the tremendous gap in the development of production systems in separate companies, we come to the conclusion that the probability of introducing this approach equals to zero. The solution is to combine technologies based on Resources Planning and improvement system (Kaizen and the like).

This approach can be exemplified by NIPOM production system. The company has been active in the electrical engineering market since 2001 and is engaged in reconstruction, revamping and overall repair of power distribution and control systems, from designing to commissioning of a facility.

NIPOM production system comprises the following functional modules:

The innovation module uses:

- 3D modeling which is the most informative concept used to cut timing both at designing and production stages and in equipment maintenance and repair. Standard components, modular design and verified quality functional units serve as the foundation of the concept;
- modern power-efficient, safe and highly-productive technologies;
- modern highly efficient equipment that is within the general material flow.

The comprehensive management system uses the following systems:

Enterprise Resources Planning is used as a «push» system for planning downward to the level of business units to minimize starting time, to decrease the amount of work in progress and to optimize the resource input of all business units engaged in the plan implementation;

Kaizen management system is used as a «pull» system in the business units to minimize the inventories in the units, to ensure loss reduction and constant development of business processes of the company;

Quality Management System (QMS) is used to control the company's work flows and to avoid various variances;

Environmental Management System ensures the ecological safety of the company operations;

Project Management is used to manage projects and to detect and reduce project risks.

To ensure the involvement of the personnel, various means of influence are actively used, including outreach activities in the team, provision of conditions for independent work, motivation with due account of the personal psychological type, training in allied trades.

Comprehensive and balanced approach is used to develop NIPOM production system.

The comprehensiveness of the approach implies the organization of interaction of the key areas both within the functional modules and between them (Fig. 2). One can exert a lot of time and effort to build the flows within a company, but the process would be ineffective unless a mechanism of detecting and eliminating losses is

built; at the same time, the mechanism would be ineffective unless the detection and elimination of losses is regulated (QMS – Kaizen interrelation). When business processes of a company are not automated, the personnel are dissatisfied (QMS-innovation-personnel interrelation). It proves that the production system is an organic unity.

A balanced approach implies the synchronized development of all key areas of the production system; in other words, the development should be spiral. An example: a company cannot ensure high efficiency of even state-of-the-art machinery unless it has mastered prompt equipment revamping and independent maintenance; at the same time, if the personnel are not sufficiently motivated, the revamping and maintenance will be performed only formally and inefficiently.

In the second half of 2011 NIPOM launched some projects based on the comprehensive and balanced approach, and the following results have been obtained:

1. Modern energy-saving equipment for sheet metal processing was put into operation, the productive capacity of the unit increased 2-fold while prompt revamping allowed to increase the capacity by 3.6 percent (Fig. 3).

2. Due to commissioning of a logistics center (Fig. 4):

- the storage capacity grew 2.5 times while the warehouse space decreased by 25 percent;
- materials collecting time decreased 3-fold.

3. Modern labor organization methods helped increase labor productivity at production sections by 16 percent (Fig. 5).

4. Due to material flows optimization 6 percent of production space was disengaged while the effectiveness of its used grew 23 percent (Fig. 6).

5. Manufacturing cycle was reduced by 4 percent.

This is only the starting point of the process. Many projects are being implemented now, and we expect even better results.

References:

1. **Logistics: A Manual / Ed. by B.A. Anikin. Velibi, Prospekt, 2006. – 408 P.**
2. **20 Keys to Business Development. Practical Guide of Revolutionary Transformations at Enterprises / By I. Kobayasi, trans. from Jap. By A. Sterlyazhnikova. Moscow, Standarty I Kachestvo, 2006. – 248 p.**

Атомщикам всего мира – единую систему навигации

14–15 июня 2012 года в Нижнем Новгороде пройдет II Международный научно-практический форум «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения».

Инициатором и главным организатором форума выступает объединенная компания ОАО «НИАЭП» – ЗАО АСЭ, предприятие Госкорпорации «Росатом».

Цель форума – обмен опытом и знаниями между представителями российских и зарубежных компаний различных отраслей по созданию, внедрению и применению систем управления жизненным циклом (УЖЦ) сложных инженерных объектов, развитие конкурентоспособных технологий сооружения, демонстрация успешных решений. К участию приглашены российские и зарубежные компании атомной, строительной и других отраслей, развивающих системы УЖЦ, из 23 стран.

Свое участие в форуме подтвердили компании и специалисты из России, Белоруссии, Болгарии, Чехии, Франции, Швеции, Германии, Украины, Литвы, Великобритании, Индии, Китая, Турции и других стран.

«Мы ждем всех, кого интересует обозначенная в названии форума тема, – говорит руководитель объединенной компании **Валерий Лимаренко**. – В июне в Нижнем Новгороде продолжится разговор, начатый год назад на первом Международном научно-практическом форуме «Интеллектуальное проектирование. Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов», который собрал более 300 специалистов из 135 организаций 15 стран, в том числе ведущих IT-вендоров».

На первом форуме ОАО «НИАЭП» подготовило и представило свою повестку по УЖЦ сложных инженерных объектов: необходимость единой информационной модели, принятие логики УЖЦ при проектировании, сооружении, и выводе из эксплуатации.

«Программы по УЖЦ сложных объектов



Атомщики Китая и Белоруссии – частые гости в НИАЭП. Январь 2012 г. Ростовская АЭС.

Фото А. СУХОНИНА

сейчас востребованы во всем мире. Мы уже работаем над решением, которое позволит впервые объединить технологическую, конструкторскую и строительную части в единую цифровую модель АЭС. Подобный подход даст возможность проектирования в различных информационных средах с единой системой навигации. Это позволит исключить погрешности и управлять конфигурацией проекта», – считает В. И. Лимаренко.

Приглашенные коллеги из других стран, а также других технологических отраслей российской промышленности (нефтегазовая отрасль, оборонная промышленность, судостроение) в своих докладах подтвердили актуальность этой повестки:

«Чрезвычайно важно создание единой информационной платформы для управления процессом строительства АЭС. Так, при строительстве АЭС «Тяньвань» по просьбе китайской стороны было произведено 32000 изменений в первоначальной проектной документации, что в отсутствие единой информационной платформы повлекло проблемы с управлением изменениями и составлением исполнительной документации», – прокомментировал **Хан Най-**

шань, заместитель генерального директора Корпорации 23 (КНР).

Ключевым событием второго форума станет конференция «УЖЦ сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения», на которой будет обсуждаться готовность заказчика (государства, эксплуатирующих организаций и других собственников сложных инженерных объектов) покупать и использовать продукт «Система УЖЦ объекта», а также возможность инжиниринговых компаний предложить такой продукт. К обсуждению присоединятся консалтинговые и IT-компании, которые работают в зоне развития продуктов для УЖЦ, их координации и связывания между собой.

Продолжая традицию, НИАЭП – АСЭ в рамках форума отдельным блоком проводит Ярмарку атомного машиностроения.

Ключевым событием Ярмарки станет старт программы закупок оборудования и технологических материалов проекта ВВЭР-ТОИ малой серии. Также состоится публичное подведение итогов конкурсов по Балтийской АЭС (энергоблоки № 1 и 2) и Ростовской АЭС (энергоблоки № 3 и 4) и будет объявлен план закупок по Белорусской АЭС.

A Unified Navigation System for Atomic Scientists of the World

The 2nd International Forum «Life Cycle Management of Sophisticated Facilities. Development of Competitive Construction Technologies» will be held in Nizhny Novgorod on June 14-15, 2012.

NIAEP JSC, Rosatom's branch, is the initiator and organizer of the forum.

The goal of the forum is to provide Russian and foreign companies of various industries with an opportunity to exchange their expertise in developing, introducing and using product life management systems (PLM) at sophisticated facilities, in the development of competitive construction technologies as well as to demonstrate the results they have obtained. Nuclear engineering, construction and other companies engaged in PLM development from 23 countries are invited to participate.

Companies and experts from Russia, Belarus, Bulgaria, Czech Republic, France, Sweden, Germany, Ukraine, Lithuania, Great Britain, India, China, Turkey and other countries have confirmed their readiness to take part in the forum.

«We welcome everyone who is interested in the above topic,» says **Valery Limarenko**, NIAEP Director. «We shall continue the discussion that

began at the 1st International Forum «Thinkdesign. Life Cycle Management of Sophisticated Facilities» in which over 300 specialists from 135 organizations of 15 countries, including leading IT vendors, took part.»

At the first forum NIAEP presented its agenda for sophisticated facilities PLM: the need for a unified communication model, acceptance of PLM logic in the process of designing, construction and decommissioning.

«Sophisticated facilities PLM programs are in demand globally. Now we are developing a single NPP digital model that will integrate technology, design and construction. Such approach will allow to design in various information environments using a unified navigation system, to exclude errors and to control the project configuration,» says V.Limarenko.

Specialists from other countries as well as from other sectors of Russia (oil and gas, defense industry, ship-building) confirmed the importance of the agenda:

«It is vitally important to create a single information platform in order to control the NPP construction. In the process of Tianwan NPP construction 32,000 amendments were made in the project

documentation, which resulted in problems in the amendments management and the performance documentation compiling due to the lack of the single information platform,» says **Khan Naishan**, Deputy General Director of Corporation 23 (China).

The conference «Life Cycle Management of Sophisticated Facilities. Development of Competitive Construction Technologies» will be the key event of the Forum where the readiness of the customer (the state, operating entities, or other owners of sophisticated facilities) to purchase and use PLM as well as the readiness of engineering companies to offer PLM will be discussed. The discussion will be joined by consulting and IT companies that are active in the development of PLM products, in their coordination and binding.

NIAEP – ASE will organize the Nuclear Engineering Fair as a separate event.

The key event of the Fair is the launching of the program of procurement of equipment and materials for WWER-TOI project. The results of the tenders for Baltiyskaya NPP (the 1st and 2nd units) and Rostovskaya NPP (the 3rd and 4th units) will be summarized, and a procurement plan for Belorusskaya NPP will be announced.

Повышение эксплуатационной надежности и долговечности узлов и агрегатов с использованием интеллектуальной информационной системы технологического проектирования в CAD-системах

В. В. Андреев, д. т. н., НГТУ им. Р. Е. Алексеева, ИЯЭиТФ, заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки»
Е. В. Тесленко, НГТУ им. Р. Е. Алексеева, кафедра «Технология конструкционных материалов и метрология», старший преподаватель
Д. С. Тесленко, ОАО РКК «Энергия»
им С. П. Королева, инженер-конструктор

Эффективность современного производства определяется ресурсоёмкостью и надёжностью изделий. Улучшение этих показателей качества позволит повысить конкурентоспособность отечественной промышленности. При этом качество узлов и агрегатов в значительной степени зависит от качества подвижных и неподвижных соединений деталей.

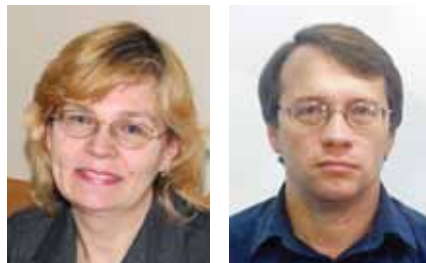
Соединения типа «вал-втулка» получили самое широкое применение в узлах и агрегатах. Необходимые свойства соединений обеспечивают различными сочетаниями размеров сопрягаемых поверхностей, которые называют посадками [1].

Надёжная работа соединений во многом определяется правильностью назначения посадок. Особенно это проявляется в ответственных «изнашиваемых» соединениях, характер которых изменяется в процессе эксплуатации изделий либо из-за износа трущихся поверхностей, либо из-за ослабления неподвижных соединений. Назначенные посадки в таких соединениях должны обеспечивать достаточный запас на износ в подвижных или прочность в неподвижных соединениях.

Например, подшипники, работающие при самых разнообразных нагрузках и частотах вращения, должны обеспечивать точность и равномерность перемещений подвижных частей машин, а также обладать высокой долговечностью. Работоспособность подшипников в большой степени зависит от качества материалов, из которых они изготовлены, от точности их изготовления, характера соединения с сопрягаемыми деталями и условиями эксплуатации. Поломка подшипника и выход его из строя может вызвать аварийную ситуацию, гибель людей, простой оборудования, материальные потери. В результате анализа выявлено (рис. 1), что основными причинами выхода из строя подшипников, кроме производственных и эксплуатационных, являются конструктивные, связанные с неправильным назначением посадок колец подшипников на вал и в корпус.

Известно три метода назначения посадок: эмпирический, подобия и расчетный [2].

Эмпирический метод предполагает применение посадки, уже подтвердившей работоспособность в аналогичном соединении. Метод подобия заключается в сопоставлении конструктивных признаков и условий эксплуатации проектируемого соединения с признаками и условиями, указанными в справочных материалах, после чего назначается рекомендуемая посадка. Расчетный метод сводится к определению предельных размеров сопрягаемых поверхностей, которые обеспечивают нормативный запас прочности в неподвижном или запас на износ в подвижном соединении.



Е. В. Тесленко

В. В. Андреев

Эффективность создания запасов на износ или прочность соединений оценивается повышением срока службы машин на 30–50% [3].

В системах автоматизированного проектирования (САПР) с помощью ЭВМ выбираются готовые конструкторские решения с указанием тех полей допусков и посадок элементов деталей, которые оправдали себя на практике.

Общие недостатки перечисленных методов - сложность выявления признаков подобия; вероятность использования ошибочных рекомендаций, отсутствие достоверных данных о влиянии отклонения формы и качества сопрягаемых поверхностей на работоспособность соединения.

В настоящее время основой для выбора посадок является производственный опыт и экспериментальные данные.

Известные методики расчета соединений «вал-втулка» являются приближенными, так как не учитывают все факторы, влияющие на соединение. Их применяют для предварительного определения зазоров и натягов, которые могут обеспечить работоспособность в заданных условиях эксплуатации.

На надежность соединения с натягом влияет свыше 20 факторов [3]. Это физико-механические свойства материалов вала и втулки, их геометрические параметры, технология сборки, условия эксплуатации, усталость материала, фреттинг-коррозия, остаточные напряжения и т. д. Для учета влияния большинства факторов пока нет математических соотношений и экспериментальных данных.

В работе предложена методика и программа прогнозирования состояния соединений «вал-втулка» посредством нейросетевых алгоритмов.

Входными данными для работы нейронной сети является множество, которое составляют факторы, влияющие на образование натяга



Рис. 1. Основные причины выхода из строя подшипников / The Main Reasons for Breakdown of Bearings

(зазора) в соединениях. Размерные факторы при этом поступают с 3D-модели детали. Выходными данными (результатом работы системы) являются прогнозируемые предельные натяги (зазоры), получаемые в результате соединения поверхностей деталей. Рассмотрим задачу прогнозирования состояния соединения с натягом деталей типа «вал-втулка» по эмпирическим данным как задачу обучения нейронной сети.

Для решения поставленной задачи была сформирована искусственная нейронная сеть (ИНС) прямого распространения [4]. Для создания и обучения ИНС использовался программный продукт Neural Network Wizard. Обучение производилось на базе обучающей выборки, содержащей 400 строк примеров рассмотренных вариантов соединений.

Результаты нейромоделирования хорошо аппроксимируют фактические данные, и средняя квадратическая ошибка составляет менее 1%.

В результате исследования разработан модуль обучения ИНС, используемой в системе. Объективно существующее ограничение объема обучающей выборки предлагается компенсировать, дообучая сеть с использованием накопленных данных. В результате постоянного сбора экспериментальных данных о прочности соединений с натягом и поступления их на вход нейронной сети происходит самообучение сети на более широком диапазоне данных. Это позволяет точнее прогнозировать натяги.

Программа прогнозирования состояния соединений «вал-втулка» входит в интеллектуальную информационную систему (ИИС) технологического проектирования.

Разработанная информационная система позволяет сделать выбор посадки обоснованным, более точным, выполняемым в автоматическом режиме. Это обеспечит эксплуатационную надежность работы соединений и повысит долговечность узлов и агрегатов.

В современных экономических условиях для предприятий одним из ключевых факторов в борьбе за конкурентоспособность является максимально возможное сокращение сроков проектирования и освоения новой продукции. Один из путей решения этой задачи – использование информационных технологий поддержки жизненного цикла выпускаемой продукции.

Организационным принципом работы таких технологий является параллельное проектирование (concurrent engineering), позволяющее выполнять конструирование изделий и технологическую подготовку их производства со значительным совмещением этих процессов во времени. Однако при внедрении этого принципа уже на этапе конструкторско-технологического проектирования при преобразовании данных возникают существенные проблемы.

Современные CAD (Computer Aided Design) системы являются мощным средством геометрического моделирования изделий. Они освободили конструктора от громоздких расчетов, сложных построений и резко сократили сроки проектных работ.

Высокий уровень автоматизации достигнут на начальных стадиях разработки конструкторской документации, но остается низким в рабочем проектировании, когда в остром диалоге конструктора и технолога решаются задачи технологичности.

Отметим важное для нас обстоятельство – технологические признаки детали назначает конструктор в рабочей конструкторской документации. Он использует стандарты, справочные данные и доступную информацию об аналогах. Значительное влияние на процесс выбора оказывают технологические возможности предприятия, требования технических служб, условия производственных участков, рекомендации коллег. Системный анализ большого числа признаков представляет собой сложную многопараметрическую и многовариантную задачу, которая в рабочем проектировании сохранила субъективный характер.

Существующие CAD-системы не обеспечивают технологическую и метрологическую поддержку конструктора при проектировании деталей. Технологическое проектирование остается двухуровневым и сохранило дискуссионный характер. Конструктор назначает технологические признаки в CAD-системе. Технолог их использует в технологическом проектировании, для которого созданы системы CAPP (Computer-Aided Process Planning).

Современные CAD и CAPP-системы автономны, не имеют общего интерфейса и пока плохо согласованы по форме и содержанию информации. Ясно, что эффективность автоматизации будет заметно выше, если данные, генерируемые в одной системе, будут доступны в другой.

Проблеме согласования CAD и CAPP-систем посвящено множество работ, в которых можно выделить два направления. Первое – стандартизация информационного поля, второе – распознавание его образов и семантических построений. Таким образом, CAD-CAPP проектирование переносит практику системных противоречий конструкторской и технологической служб на взаимодействие соответствующих программных средств. Но согласовать работу систем гораздо сложнее, чем отдельные технические решения. Кроме того, учитывая коммерческий характер CAD и CAPP систем, их согласование будет длительным и, без сомнения, потребует дополнительных затрат на переоснащение инженерных служб.

Предлагается использовать методологию параллельного проектирования на этапе рабочего проектирования в среде CAD и, таким образом, снять системное противоречие за счет решения технологических задач непосредственно в CAD-системе, оснащенной интеллектуальной информационной системой (ИСС) технологического проектирования «Автотехнолог».

Система технологического проектирования представляет собой комплекс программ, содержащих известные алгоритмы назначения конструктивно-технологических признаков и нормативного решения технологических задач.

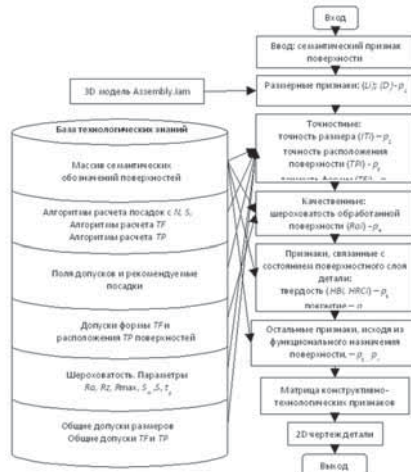


Рис. 2. Структура программы формирования матрицы конструктивно-технологических признаков детали рi

В программах использованы наиболее авторитетные справочники, монографии, пособия и т. д. Важная особенность системы – многовариантность решений и численная оценка их технологичности.

Система работает автоматически, одновременно с конструктором, выполняет рабочее проектирование детали, и предлагает технологические признаки поверхностей в соответствии с их назначением, действующими стандартами, правилами проектирования и метрологическими связями. Признаки, подтвержденные конструктором, система вводит в матрицы исходных данных технологического проектирования [5].

Размерность матрицы исходных данных $n \times p$, где n – поверхности детали, p – признаки поверхностей (атрибуты). Матрица содержит следующие признаки p_i : размерные (L_i); точностные: точность размера (IT_i), точность расположения поверхности (TP_i), точность формы (TF_i); качественные: шероховатость обработанной поверхности (Ra_i), а также признаки, связанные с состоянием поверхностного слоя детали: твердость ($HVi, HRCi$), покрытие и т. д. Перечень может быть продлен исходя из функционального назначения поверхности и условий производства. На поверхности, имеющие общие допуски на размер, форму и расположение, признаки назначаются автоматически по заданному классу точности.

В ИСС реализована технологическая и метрологическая поддержка рабочего проектирования. Например, на сопрягаемые поверхности, образующие посадку, признаки «поле допуска» и IT определяются расчетным методом по извест-

ным зависимостям. Для стандартных конструктивных элементов признаки устанавливаются на основании соответствующих нормативных документов.

Назначение точности сопрягаемых поверхностей не всегда обеспечено расчетом. В таких случаях конструктор пользуется прототипом и использует посадки, подтвердившие работоспособность в конструкции аналогичного назначения. Для реализации такого подхода в ИСС технологического проектирования сформирован массив семантических обозначений технологических признаков. Отметим, что понятие «семантическое обозначение» шире, чем понятие «термин». Оно может содержать варианты терминов и трактовки различных источников. Семантические обозначения систематизированы в соответствии с технической терминологией основополагающих справочников и в виде шкалы наложены на таблицу полей допусков по ГОСТ 25347-82 «ОНВ. ЕСПД. Поля допусков и рекомендуемые посадки». Поиск поля допуска выполняется по известному размеру и семантическому обозначению поверхности, вводимому в командной строке или из меню признаков. Допуск формы определяется в зависимости от вида поверхности и ее размерных признаков в соответствии с ГОСТ 24643-81 «ОНВ. Допуски формы и расположения. Числовые значения». Шероховатость назначается в зависимости от размера, допуска размера и семантического обозначения.

Для автоматизированного назначения точностных и качественных признаков типовых поверхностей деталей и узлов машиностроения создан программный комплекс на языке программирования Visual Basic Application (VBA) на базе СУБД Access. Поиск решения осуществляется по семантическому признаку поверхности детали, вводимому пользователем в командной строке или из меню признаков и размерному признаку с CAD модели.

Комплекс обеспечивает выполнение следующих функций: определить оптимальную посадку соединения поверхностей, поле допуска, допуск формы, допуск расположения, шероховатость на поверхности под подшипники качения, резьбовые поверхности и др. и автоматически сформировать матрицу признаков детали (рис. 2).

Оценка эффективности работы системы рассмотрена при создании сборки планетарного редуктора. Модель сборки включает 44 детали (рис. 3), из них 20 – стандартные и 24 – оригинальные, на которые разрабатывается конструкторская документация. На рис. 3. представлен механизм работы системы по назначению посадок соединений деталей. По запросу конструктора система осуществляет поиск



Рис. 3. Окно программы в системе Catia. Сборка редуктора / Window of the Program in Catia System. Gearbox Assembly



Рис. 4. Окно программы в системе Catia. Пересечение поверхностей / Window of the Program in Catia System. Intersection of Surfaces

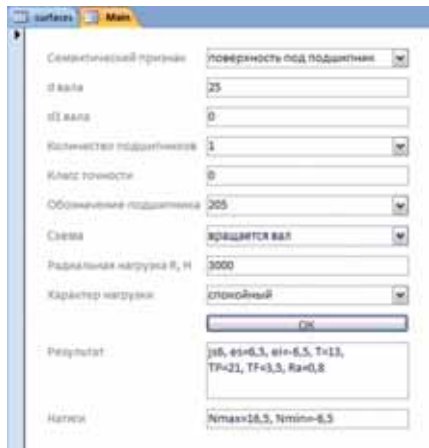


Рис. 5. Пример назначения конструктивно-технологических признаков детали «вал» / An Example of Establishment of Design-Process Attributes of the Part «Shaft»

пересечений поверхностей и представляет их в виде списка. Конструктор выделяет нужные пересечения (рис. 4), на которые необходимо назначить посадку введением семантического признака из меню. Запускается алгоритм поиска посадки. Для наружной и внутренней сопрягаемой поверхности назначаются конструктивно-технологические признаки. Они являются неотъемлемым атрибутом поверх-

| id | semProp | pole_dopуска | T | es | ei | Ra | TF | TP |
|----|-------------------------------|--------------|-----|------|-----|----|----|----|
| 80 | поверхность под подшипн j6 | 19 | 9,5 | -9,5 | 0,8 | 5 | 30 | |
| 30 | 50 поверхность под подшипн j6 | 16 | 8 | -8 | 0,8 | 4 | 25 | |
| 31 | 40 поверхность под подшипн j6 | 16 | 8 | -8 | 0,8 | 4 | 25 | |
| 32 | 50 поверхность под подшипн j6 | 16 | 8 | -8 | 0,8 | 4 | 25 | |
| 33 | 25 поверхность под подшипн j6 | 13 | 6,5 | -6,5 | 0,8 | 4 | 21 | |

Рис. 6. Фрагмент матрицы конструктивно-технологических признаков детали «вал» / Fragment of the Matrix of Design-Process Attributes of the Part «Shaft»

ности и могут быть вызваны в режиме чертежа детали.

На рис. 5 приведен пример назначения поля допуска, допуска формы и шероховатости для наружной цилиндрической поверхности под подшипник.

Пример автоматически сформированной матрицы признаков детали типа «тело вращения» приведен на рис. 6.

Массив конструктивно-технологических признаков детали, автоматически формируемый ИСС, является исходным массивом данных для синтеза технологического процесса (ТП), комплексной оценки технологичности и контролепригодности.

Параллельно работе конструктора интеллектуальной системой в теновом режиме синтезируется нормативный технологический процесс. Основное преимущество системы технологического проектирования заключается в возможности автоматической разработки вариантов технологической документации и численной оценки технологичности детали на

стадии рабочего CAD проектирования. Улучшение качества ТП достигается за счет использования автоматизированного многовариантного проектирования, применения математических методов оптимизации параметров и структуры процессов.

На рис. 7, 8 представлены традиционная и предлагаемая с ИСС схемы технической подготовки производства.

Предлагаемая схема с применением ИСС позволяет сократить трудоемкость процесса технической подготовки производства, существенно сократить количество доработок документации (рис. 9), изменить характер труда технолога, работа которого сводится к оценке технологических решений, которые в виде технологической документации выдает система.

Система позволяет свести к минимуму субъективность принятия технологических решений, обеспечивает их оптимальность для производственных условий и качество. Достигается важнейшее преимущество: на этапе рабочего проектирования осуществляется проверка обеспечения технологичности детали. Таким образом, CAD-проектирование обеспечивается квалифицированной технологической и метрологической поддержкой интеллектуальной информационной системой технологического сопровождения. Повышается интеллектуальность CAD-системы. Это позволит сократить сроки доработки изделий и повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Литература

1. ГОСТ 25347-82 ОНВ. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
2. Дунаев, П. В. Допуски и посадки. Обоснование выбора. / П. В. Дунаев, О. П. Леликов, Л. П. Варламова // – М.: Высшая школа, 1984. – 112 с.
3. Гречищев, И. С. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. / И. С. Гречищев, А. А. Ильяхенко // – М.: Машиностроение, 1981. – 247 с.
4. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. / Р. Каллан // – М.: ИД «Вильямс», 2001. – 208 с.
5. Андреев, В. В. Автоматическое формирование массива конструктивно-технологических признаков деталей интеллектуальной информационной системой / В. В. Андреев, Е. В. Тесленко // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2010. № 3. – с. 170-172.



Рис. 7. Традиционная схема технической подготовки производства / Traditional Pattern of Technical Production Planning

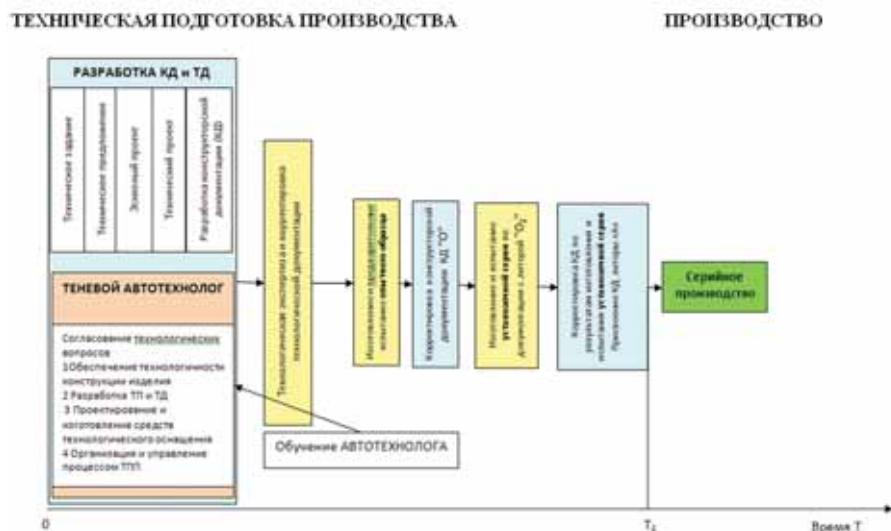


Рис. 8. Предлагаемая схема технической подготовки с использованием ИСС / Offered Pattern of Technical Production Planning with Application of SIS



Рис. 9. Сравнение трудоемкости технической подготовки при использовании традиционной и предлагаемой схем / Comparison of Labor Intensity of Technical Planning under Application of Traditional and Offered Patterns

Enhancement of Operation Reliability and Life of Details and Assemblies with Application of Smart Information System of Process Engineering in CAD Systems

V. V. Andreev, D.T.S., Head of Nuclear Reactors and Power Plants Department, NSTU named after R. E. Alekseev
E. V. Teslenko, Senior Instructor, Department of Engineering Materials Technology and Metrology, NSTU named after R. E. Alekseev
D. S. Teslenko, Designing Engineer, JSC RKK «Energy» named after S. P. Korolev

The efficiency of modern production is determined by resource intensity and reliability of products. Enhancement of these quality parameters will enable to improve competitiveness of domestic industry. Above all, the quality of details and assemblies depends much on the quality of movable and fixed joints of parts.

Joints of «shaft-bushing» type have been widely used for details and assemblies. Different combinations of dimensions of mating surfaces called fits [1] provide the required joint attributes.

The reliable operation of joints is determined much by correctness of established fits. It is especially manifested by reliable «wearing» joints the nature thereof changes in the course of product operation either due to wear of interacting surfaces or due to slackening of fixed joints. The established fits in such the joints shall provide the sufficient wear margin in movable joints or strength margin in fixed joints.

For example, bearings working under various loads and rotation frequencies shall provide accuracy and evenness of movements of movable parts of machines and have long service life. Serviceability of bearings depends much on the quality of materials they are made of, accuracy of manufacturing, the nature of connection with mating parts and operation conditions. Bearing breakdown may cause an emergency situation, fatal accidents, equipment downtime, and financial losses. It was revealed due to the analysis (fig.1) that the main reasons for bearings breakdown, except production and operation reasons, are design reasons related to wrong establishment of fits of racers on a shaft and in the body.

There are three known methods of fits establishment: an empirical method, a similarity method and a calculation method [2].

The Main Reasons for Breakdown of Bearings is: Large interference fit – 30%; Wrong choice of bearing – 20%; Wrong erection – 20%; Insufficient lubrication – 16%; Pollutions – 9%; other – 5%.

The empirical method stipulates application of a fit that has already proved its serviceability in a similar joint. The method of similarity stipulates comparison of design attributes and operation conditions of the designed joint with the attributes and conditions specified in reference materials, and then the recommended fit is established. The calculation method consists in determination of ultimate dimensions of mating surfaces that provide standard strength margin in a fixed joint or wear margin in a movable joint.

The efficiency of creation of wear or strength margins of joints is estimated by service life of the machines increased 30-50% [3].

Ready design solutions with specified tolerance zones and fits of elements of parts proved in practice are chosen in CAD systems on a computer.

Common disadvantages of the specified methods are complexity of similarity attributes

detection; possibility to use wrong recommendations, absence of reliable data on the influence of deviated form and quality of mating surfaces on joint serviceability.

At present, the choice of fits is based on manufacturing experience and experimental data.

The known techniques of calculation of «shaft-bushing» joints are approximate as they do not take into account all the factors that influence the joint. The techniques are used to determine preliminary clearances and interferences that may provide serviceability under the set operation conditions.

Over 20 factors [3] influence the reliability of the interference joint. These are physical-mechanical properties of shaft and bushing materials, their geometrical parameters, assembly technology, operation conditions, material fatigue, fretting-wear, residual stresses, etc. There are no mathematical ratios and experimental data to consider the impact of the majority of factors.

The methods and the program of prediction of the state of «shaft-bushing» joints by neural network algorithms are set forth in the paper.

Input data for operation of neural network is a set consisting of factors influencing formation of interference (clearance) in the joints. Dimensional factors are obtained from a 3D-model of the part. Output data (the result of system operation) are predicted ultimate interferences (clearances) obtained due to connection of surfaces of parts. Let us consider the problem of prediction of the state of interference joint of «shaft-bushing» parts by empirical data as the problem of neural network learning.

An artificial neural network (ANN) of direct distribution [4] was made up to solve the problem. Software product Neural Network Wizard was used to create and learn ANN. Learning was carried out on the basis of the learning sample containing 400 lines of examples of the considered variants of joints.

The results of neural simulation approximate well actual data; and the average quadratic failure is less than 1%.

The module of ANN learning used in the system has been developed as the result of the investigation. They offered to compensate the objectively existing limitation of the scope of the learning sample by relearning of the network with the accumulated data applied. The network self-learns by greater range of data as the result of constant collection of experimental data regarding strength of interference joints and importing thereof in the neural network. It enables to predict interferences more accurately.

The program of prediction of the state of «shaft-bushing» joints is in part of the smart information system (SIS) of process engineering.

The developed information system enables to make the fit choice reasonable, more accurate, and automatic. It will ensure operation reliability of joints and increase service life of details and assemblies.

The maximum possible reduction of the terms of designing and mastering of the new product is one of the key factors in the struggle for competitiveness of the enterprises under modern economic conditions. One of the ways to solve the problem is application of information technologies supporting life cycle of the manufactured products.

Concurrent engineering is an organization principle of such the technologies operation as it enables to perform product design and process planning of product manufacturing combining much the specified processes. However, while implementing the principle, they face serious problems arising at data conversion even at the design stage.

Modern CAD (Computer Aided Design) systems are powerful means for product geometrical simulation. The specified systems exempted a designer from cumbersome calculations, complicated patterning, and, thus, reduced seriously the terms of project activities.

High level of automation has been achieved at the initial stages of the Basic Design Phase, but it is still low regarding detailed design, when the problems of workability are solved under sharp dialogue between a designer and a process planner.

Let us emphasize an important circumstance – a designer specifies part process attributes in detailed design documentation. He uses standards, reference materials and available information on the analogues. Enterprise process capabilities, the requirements of technical services, the conditions of production departments and recommendations of the colleagues influence much the choosing process. The system analysis of the great number of attributes is a challenging multi-parameter and multivariate problem that is still of subjective character in detailed design.

The existing CAD-systems do not provide process and metrological support of the designer at part designing. Process engineering is still a double-leveled matter of argument. The designer specifies process attributes in the CAD-system. The process planner applies them in the course of process engineering that is supported with CAPP (Computer-Aided Process Planning) systems.

Modern CAD and CAPP-systems are independent, they do not have common interface and are not well-coordinated regarding the form and the contents of information. It is clear that automation will be more efficient, if the data generated in one system are available for the other system.

Many papers have been dedicated to the problem of CAD and CAPP-systems coordination; two directions may be specified. The first one is standardization of the information field; the second one is identification of its images and semantic structures. Hence, CAD-CAPP designing shifts the practice of system conflicts of design and process services to interrelation of the respective software products. However, it is much more challenging to coordinate operation of the systems than particular technical solutions. Moreover, considering the commercial character of CAD and CAPP systems, the process of coordination thereof will be long and, no doubt, will cause additional expenses to re-equip engineering services.

It is offered to use methodology of concurrent engineering at detailed design phase in CAD environment, and, thus, to remove the system conflict due to solving process problems directly in the CAD-system provided with a smart information system (SIS) of process engineering «Autotechnology».

The system of process engineering is a set of programs containing known algorithms of establishment of design-process attributes and

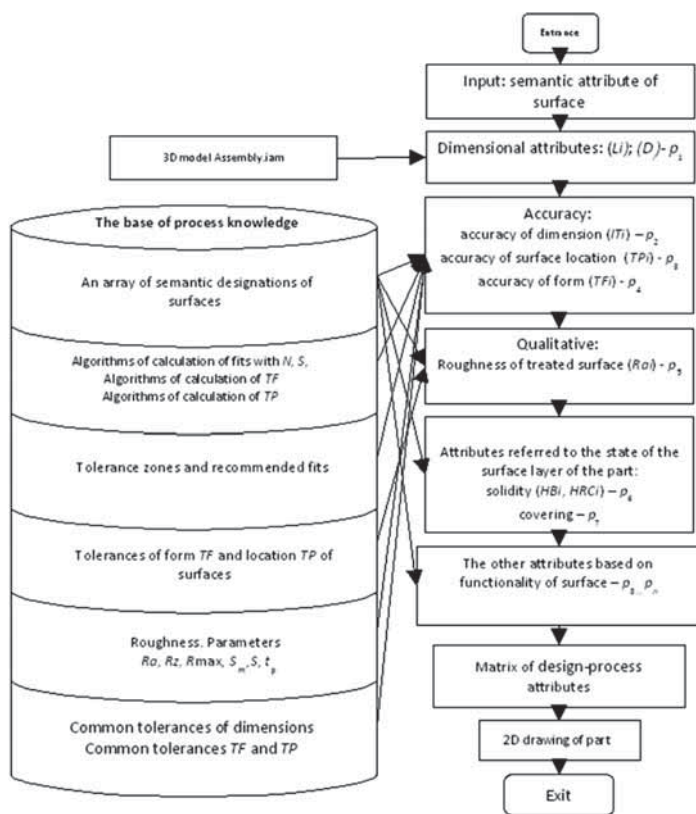


Fig. 2. The Structure of the Program of Making Up of the Matrix of Design-Process Attributes of the Part

standard solution of process problems. The most weighty directories, monographs, aids, etc. have been used in the programs. An important system peculiarity is multi-variance of solutions and numerical assessment of solution workability.

The system works automatically, simultaneously with the designer carrying on detailed design of a part, and offers process attributes of surfaces subject to their function, valid standards, design rules and metrological relations. The system introduces the attributes approved by the designer in the matrices of initial data of process engineering [5].

The dimensionality of initial data matrix is $n \times p$, where n – part surfaces, p – surface attributes. The matrix contains the following attributes p_i : dimensional (L_i), accuracy parameters: accuracy of dimension (IT_i), accuracy of surface location (TPI_i), accuracy of form (TF_i), qualitative properties: roughness of treated surface (Ra_i), as well as the attributes referred to the state of the surface layer of the part: solidity (HBI , HRC_i), covering, etc. The list may be continued based on functionality of the surface and the manufacturing conditions. For the surfaces having common dimension, form and location tolerances, the attributes are established automatically by the set accuracy class.

Process and metrological support of detailed design is performed in SIS. For example, for mating surfaces forming the fit, the attributes «tolerance zone» and IT are determined by the calculation method according to known dependencies. For standard design elements, the attributes are determined in compliance with the respective regulatory documents.

The establishment of accuracy of mating surfaces is not always provided with a calculation. In such cases, a designer uses a prototype and applies fits proved their serviceability in the structures of similar functionality. To implement

and semantic designation of the surface to be introduced in the command line or from the menu of attributes. Form tolerance is determined depending on the type of surface and its dimension attributes in compliance with GOST 24643-81 «ONB. Tolerances of Form and Location. Values». Roughness is established depending on dimension, dimension tolerance and semantic designation.

A software complex in the programming language Visual Basic Application (VBA) on the basis of DMS (database management system) Access has been created for the purpose of automated establishment of accuracy and qualitative attributes of standard surfaces of parts and details of mechanical engineering. The solution is searched by the semantic attribute of part surface to be introduced by the user in the command line or from the menu of attributes, and by the dimension attribute from the CAD model.

The complex provides execution of the following functions: determination of the optimal fit of surfaces connection, tolerance zone, form tolerance, location tolerance, roughness on the surface for rolling-contact bearings, thread surfaces, etc. and automatic making up of the matrix of part attributes (fig. 2).

The assessment of efficiency of system operation has been considered at creation of the planetary gearbox assembly. The assembly model includes 44 details (fig. 3), 20 thereof are standard and 24 thereof are original and supported by design documentation to be developed. For the mechanism of system operation regarding the establishment of parts joints fits, please, refer to fig. 3. The system searches intersections of surfaces and represents them as the list by the order of the designer. The designer separates the required intersections (fig. 4) thereto it is necessary to specify a fit by introduction of the semantic attribute from the menu. The fit search

the specified approach, an array of semantic designations of process attributes has been made up in SIS of process engineering. Let us emphasize that the notion «semantic designation» is wider than the notion «term». It may contain variants of terms, its records in national languages, the synonyms and interpretations of different sources. The semantic designations are ranged in compliance with the technical terms of basic directories and superimposed as a scale on the table of tolerance zones pursuant to GOST 25347-82 «ONB. ESDP. Tolerance Zones and Recommended Fits». The search of a tolerance zone is carried out by a known dimension

algorithm is initiated. Simultaneously, a file is created in the hidden mode, design-process attributes are specified in the created file for each joints individually for external and internal mating surface. They are the integral attribute of the surface and may be activated in the mode of the part drawing.

An array of design-process attributes of the part, automatically made up SIS, is the initial array of data for synthesis of the manufacturing procedure (MP), comprehensive assessment of workability and controllability.

The smart system produces in the shadow mode a standard manufacturing procedure in parallel with activities of the designer. The main advantage of the process engineering system is the opportunity for automatic development of variants of process documentation and numerical assessment of part workability at the phase of CAD detailed design. Higher quality of MP is achieved due to application of computer-aided multivariate design, application of mathematical methods of optimization of parameters and process structure.

For the traditional and offered with SIS patterns of technical production planning, please, refer to figures 7, 8.

The offered pattern with application of SIS enables to decrease labor intensiveness of the technical production planning process, to reduce significantly the number of documentation revision (fig. 9), to change the character of labour performed by a process planner, the activities thereof reduce to the assessment of process solutions that are generated by the system as the process documentation.

The system enables to minimize subjectivity of process solutions making, ensures optimality of the solutions for production conditions and quality. Thus, an extremely important advantage is achieved: availability of part workability is checked at detailed design phase. Hence, the smart information system of process support provides CAD-designing with qualified process and metrological support. Intellectuality of CAD-system is enhanced. It will allow to reduce the terms product completion and to improve the quality and competitiveness of manufactured products.

Literature

1. GOST 25347-82 ONB. The Unified System of Tolerances and Fits. Tolerance Zones and Recommended Fits.
2. Dunaev, P. F. Tolerances and Fits. Choice Validation. / P. V. Dunaev, O. P. Lelikov, L. P. Varlamova // – M.: Vysshaya shkola, 1984. – 112 p.
3. Grechishev, I. S. Interference Joints: Calculations, Design, Manufacturing. / I. S. Grechishev, A. A. Ilyashenko // – M.: Mashinostroenie, 1981. – 247 p.
4. Callan, R. The Essence of Neural Networks: transl. from Eng. / R. Callan // – M.: PH «Williams», 2001. – 208 p.
5. Andreev, V. V. Automatic Making up of the Array of Design-Process Attributes of Parts by a Smart Information System / V. V. Andreev, E. V. Teslenko // Vestnik BGТУ named after V. G. Shukhov. – 2010. №3. – p. 170-172.

Трёхмерное проектирование. Опыт проектанта

В. Б. Козак, теплоэнергетик, начальник БКП-1 ИФ «Теплоэлектропроект»
И. И. Бекерский, теплоэнергетик, ведущий инженер БКП-1 ИФ «Теплоэлектропроект»
О. И. Кочирка, строитель, инженер-проектировщик БКП-3 ИФ «Теплоэлектропроект».
 Украина, г. Львов

Инжиниринговая компания «Теплоэлектропроект» (г. Львов, Украина) – фирма, работающая на рынке оказания услуг в проектировании энергетических объектов. Статус частной компании накладывает некоторую специфику как на подбор работы, так и на планирование рабочего процесса, выполнение возложенных на фирму обязательств. В меру возможностей и при содействии коллег из ОАО «Атомэнергопроект» сотрудники фирмы ИФ «Теплоэлектропроект» ряда специальностей привлекались к программе «Создание типового оптимизированного и информатизированного проекта энергоблока технологии ВВЭР (ВВЭР ТОИ)».

Конечно, возможности пространственного проектирования не были для нас тайной за семью печатями; наверное, в каждой проектной фирме найдется инициативная группа специалистов, особенно среди молодёжи, желающая проверить свои силы. Во внерабочее время, на свой страх и риск, самостоятельно разрабатывали сначала отдельные трубопроводы, отдельное оборудование, отдельные агрегатные системы с обязательной по технологической части, потом с добавлением строительной, электротехнической части, систем отопления и вентиляции. Постепенно открывались возможности, плюсы и минусы пространственного проектирования, определялись критерии к программному обеспечению, требования к материально-техническому обеспечению.

Так сложилось, что в объёмах выполняемой фирмой проектной документации ни по одному объекту не выдвигались требования по разработке 3D-проектирования. Старый, испытанный АСАД-2000, двухмерность изображения оборудования, трубопроводных систем – это наши будни.

Проблемы с испытанными методами проектирования возникли при разработке конкретного объекта – эстакад технологических трубопроводов Нововоронежской АЭС-2, переданных в зону ответственности нашей фирмы на стадии разработки рабочей документации. Нерешёнными на стадии проекта остались вопросы по принципиальным сечениям эстакад, взаимному расположению трубопроводов и мощных кабельных трасс, доступу к отдельным системам, ограничениям габаритов строительных конструкций, недостаточности отведенных коридоров под инженерные коммуникации и т. д. и т. п. Выданные в качестве заданий проходки технологических трубопроводов на внутриплощадочные эстакады не учитывали нормативных требований к взаимному расположению трубопроводов. В результате появилось довольно оригинальное пятиярусное инженерное сооружение с

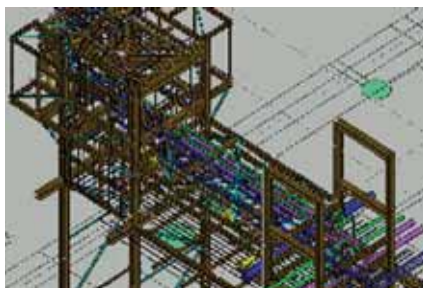


Рис. 1

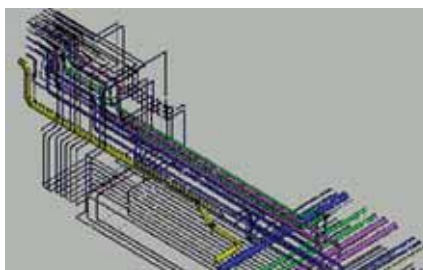


Рис. 1.1

выделением верхнего яруса только для кабельной галереи. Разделение трубопроводов и кабельных конструкций позволило свести к минимуму взаимное влияние систем как при магистральной трассировке, так и при локальных подключениях к отдельным зданиям и сооружениям.

Особо сложным оказался узел подключения трубопроводов технологических эстакад к вспомогательному реакторному отделению блоков № 1 и 2 Нововоронежской АЭС-2. Задания на выводы трубопроводов из вспомогательного реакторного отделения выдавались некомплектно, несвоевременно и учитывали компоновку трубопроводов только внутри здания. Трубопроводы мелких диаметров, обладающие небольшой несущей способностью, предназначенные для транспортировки агрессивных сред на выводах из здания вспомогательного реакторного отделения оказались расположенными на самом верхнем ярусе. Согласно требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» взаимное расположение трубопроводов, транспортирующих различные среды, строго регламентировано. Для размещения их на нижних ярусах эстакад пришлось компоновать опуски с перепадами по высоте до 10 ме-

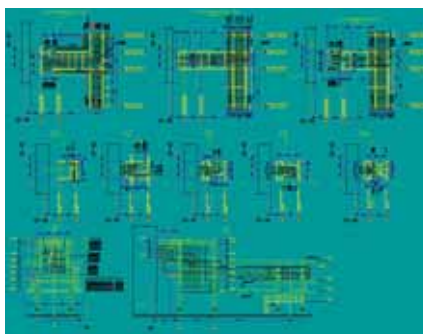


Рис. 2

тров, обеспечивать необходимые прочностные требования, учитывать динамику работающих трубопроводов. При общем количестве трубопроводов около 80 штук выполнение компоновки такого узла превратилось в очень сложную задачу.

Во всех проектных фирмах особенно ценились хорошие компоновщики. Это специалисты, имеющие огромный практический опыт, обладающие развитым пространственным воображением и первоклассными навыками проектировщика. Разработка такого узла по времени могла занимать до 3 месяцев. Слабым местом всегда оставалась зависимость от единственного обладателя полной информации по разрабатываемому узлу, разработки последующих стадий проектирования – выполнение заданий для смежных специальностей, расчетов трубопроводов на прочность и самокомпенсацию, согласование запроектированных металлоконструкций строительной части, выдача заданий заводам-изготовителям на отдельные трубопроводы и фасонные детали, выдача основных комплектов заказчику. Конечно, во всех деталях и нюансах можно разобраться, но это всё забирало необходимое время, которого всегда не хватало. Специфика двухмерных компоновок также затрудняла на стадии разработки возможность привлечь дополнительных технологов или специалистов смежных производственных отделов. А это опять-таки удлиняет процесс проектирования.

Компоновка узла подключения трубопроводов технологических эстакад к вспомогательному реакторному отделению блоков № 1 и № 2 Нововоронежской АЭС-2, выполненная в 3D, намного упростила распределение отдельных трубопроводов или их групп между конкретными исполнителями рабочей документации, контроль в процессе выполнения, а также проверку готовых чертежей руководителями работ, позволила получить существенную экономию во времени. Для сравнения приводим примеры выполнения узла примыкания эстакады к зданию вспомогательного реакторного отделения, выполненные в трёхмерной системе (рис. 1 и 1.1) и в обычной двухмерной системе координат (рис. 2).

Планы и разрезы на рис. 2 получились очень перегруженными, сложными и плохо читаемыми для рядового исполнителя. Для полной детализации каждого конкретного трубопровода необходимо выполнять массу дополнительных сечений и разрезов, что в свою очередь приведёт лишь к увеличению количества графического материала. Зато рис. 1 и 1.1 полностью подтверждают свои преимущества, приведенные выше.

Что касается теплораспределительного пункта (ТРП) Нововоронежской АЭС-2, то причины, заставившие технологов использовать трехмерные системы проектирования, немного другие. Выполненные другой проектной организацией, проектные решения по назначению теплораспределительного пункта своей пропускной способностью, направлениями выдачи тепловой энергии, отличиям параметров теплоносителя различным потребителям

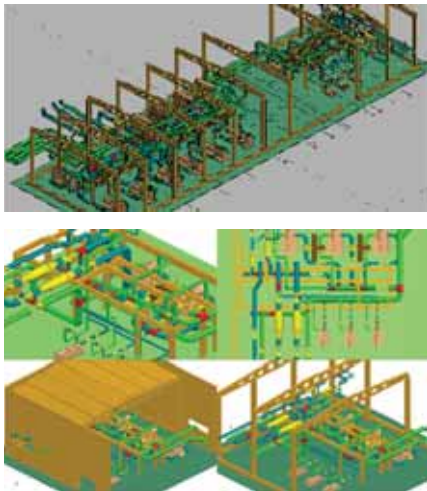


Рис. 3. Компоновки теплораспределительного пункта в 3D / 3D-Layouts of Heat Distribution Station

и т. д. не учитывали кардинальных изменений, возникших в процессе разработки рабочей документации. Чертежи попали к заказчику, который успел до остановки строительства завершить все фундаментные работы, смонтировал металлокаркас здания и завершил возведение монолитного участка здания теплораспределительного пункта.

Решением генпроектировщика здание передали в зону проектирования ИФ «Теплоэлектропроект». В результате получилась новая технологическая схема, в которой количество насосных агрегатов увеличилось до 17 штук вместо пяти проектных. Если принять во внимание трубопроводы обвязки насосов и теплообменников, соответствующую арматуру разного назначения, обеспечение электропитанием и механизацию ремонтных работ, компоновка выполнялась как для существующего здания, т. е. максимально использовалось смонтированная строительная часть. Имея уже некоторый опыт в трёхмерном проектировании, компоновку нового оборудования в заданном пространстве провели примерно за месяц, что раза в три (!) меньше установленных временных нормативов. Для примера приводим два чертежа (рис. 3 и 4).

Как и в случае с эстакадами, визуализация оборудования и трубопроводов в компоновке теплораспределительного пункта в 3D несравнима с традиционной двухмерной системой проектирования.

Кроме технологов, строительные подразделения фирмы также используют преимущества

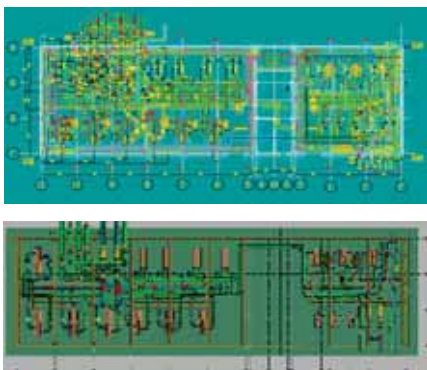


Рис. 4. Компоновки теплораспределительного пункта в 2D / 2D-Layouts of Heat Distribution Station

трехмерного проектирования для решения поставленных технологических задач.

1. Импорт трехмерной модели конструкции технологической эстакады, созданной смежниками, в вычислительный комплекс Structure CAD (SCAD), который является универсальной расчетной системой конечноэлементного анализа конструкции. Ориентирован на решение задач проектирования зданий и сооружений достаточно сложной конструкции (рис. 5).

2. Выполнение расчета и анализ в комплексе Structure CAD (SCAD) трехмерной модели конструкции на основе метода конечных элементов. Определение напряженно-деформированного состояния конструкции от статических и динамических воздействий.

3. Экспорт расчетной трехмерной модели конструкции технологической эстакады из вычислительного комплекса Structure CAD (SCAD) в универсальную чертежную программу. Использование результатов расчета вычислительного комплекса Structure CAD (SCAD) для выполнения строительных чертежей конструкции технологической эстакады на площадке Нововоронежской АЭС-2 (рис. 6–8).

Работа со смежными специальностями, непосредственными исполнителями рабочей документации по технологической части, проверка выполненной работы руководителями и самое главное – сокращение времени выполнения заказов при сохранении высокого качества выпускаемой продукции – это огромные плюсы 3D-проектирования.

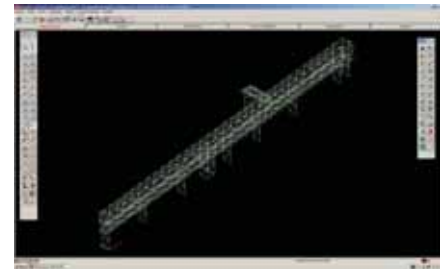


Рис. 5. Трехмерная модель конструкции эстакады, импортированная в вычислительный комплекс Structure CAD (SCAD) / A Three-dimensional Model of the Trestle Structure Imported in the Computer System Structure CAD (SCAD)

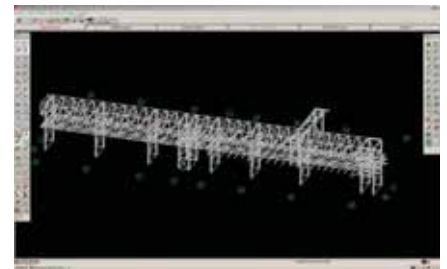


Рис. 6. Конструкции эстакады после расчета в вычислительном комплексе Structure CAD (SCAD) / The Trestle Structures after Calculation in the Computer System Structure CAD (SCAD)

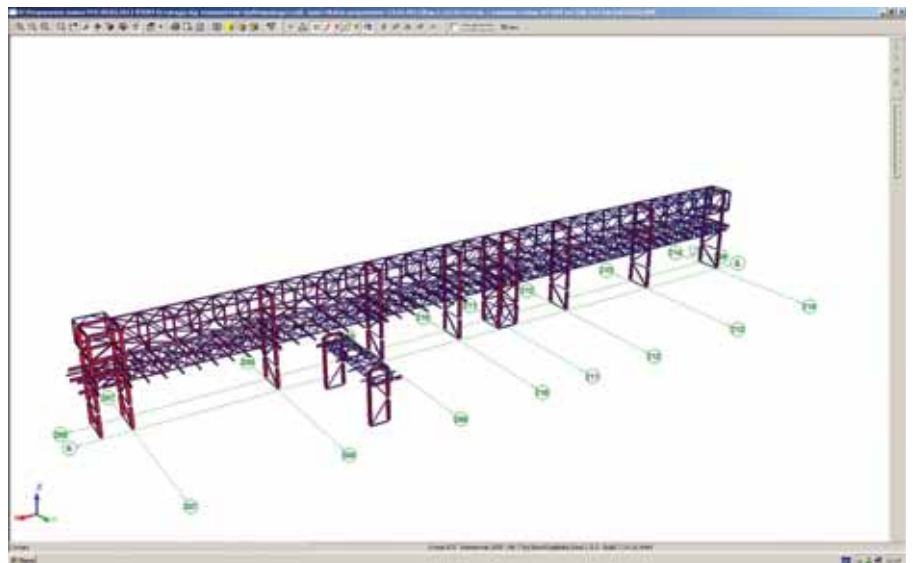


Рис. 7. Визуализация конструкции эстакады в Structure CAD (SCAD) / Visualization of the Trestle Structure in Structure CAD (SCAD)

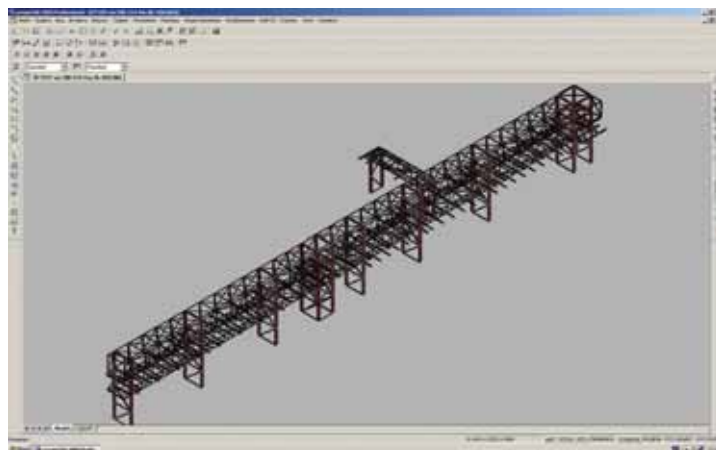


Рис. 8. Трехмерная модель конструкции эстакады, экспортированная в чертежную программу / A Three-dimensional Model of the Trestle Structure Exported in the Drawing Program

Three-Dimensional Design. The Experience of the Designer

V. B. Kozak, heat-power engineer, head of CDB-1, EF «Teploelektroproekt».

I. I. Bekerskiy, heat-power engineer, Leading engineer of CDB-1, EF «Teploelektroproekt».

O.I. Kochirka, civil engineer, Designing engineer of CDB-3, EF «Teploelektroproekt».
Ukraine, Lvov

An engineering firm «Teploelektroproekt» (Lvov, the Ukraine) carries on its business in the market of engineering services referred to designing of power facilities. The EF «Teploelektroproekt» employees of some professions have been involved in the program «The creation of typical optimized and informatized project of power unit of WWER technology» as far as possible and under the assistance of our colleagues from JSC «Atomenergoproekt».

Actually, the abilities of three-dimensional design were not a secret for us, we suppose, there is an initiative group of specialists, especially young engineers, in each design firm that are anxious to try their strength. They worked independently after working hours at their own responsibility and first carried out individual pipelines, individual equipment, individual module systems with process connections, then they added constructional and electrical engineering parts of the project and heating and ventilation systems. They discovered step by step the abilities, advantages and disadvantages of three-dimensional design, determined the software criteria and the requirements for logistical support.

Subject to hands-on experience, it was not required to develop 3-D design for any facility within the scope of project documentation produced by the firm. Old, proved ACAD-2000, two-dimensional representation of equipment and piping systems – those were our routine activities.

We faced the problems regarding proved design methods when developed the particular facility – trestles of process pipelines of Novovoronezh NPP-2 submitted to the scope of works to be performed by our firm at detailed design phase. The issues regarding trestle schematic sections, mutual layout of pipelines and power cable routes, access to individual systems, limitations of constructional structures dimensions, insufficiency of ducts for services, etc. were left unsolved at Basic Design phase. Penetrations of process pipelines for inner site trestles issued as the assignment did not consider normative requirements for mutual layout of pipelines. Thus, rather an original engineering five-floor structure was created with the top floor stipulated only for a cable gallery. Separation of pipelines and cable structures enabled to minimize mutual influence of the systems, both at main routing, and at local connections to individual buildings and structures.

The most challenging was the detail of connection of pipelines of process trestles to reactor auxiliary compartment of Novovoronezh NPP-2, units 1&2. The issued assignments for penetrations of pipelines from reactor auxiliary compartment were incomplete, delayed and considered

piping layout only inside the building. Pipelines of small diameter having low carrying capacity and stipulated for piping of corrosive mediums at penetrations from reactor auxiliary compartment building appeared on the top floor. According to the requirements of «The rules of arrangement and safe operation of process pipelines», mutual layout of pipelines carrying different mediums shall be strictly regulated. Thus, to lay them out on bottom floors of trestles we had to perform drops with height differences up to 10 meters, to provide the required mechanical conditions, and to take into account the dynamics of operating pipelines. Considering the total number of pipelines of about 80 pieces, the assembly of the detail appeared to be a difficult matter.

Competent builders were always appreciated in all design firms. Those were specialists having broad practical experience, developed spatial imagination and excellent designing skills. The development of such the detail could take up to 3 months. However, the dependence on the only possessor of the complete information referred to the developed detail, development of the following design phases – execution of assignments for related professions, strength and self-compensation calculations of pipelines, approval of designed metal structures of the constructional part of the project, execution of assignments for manufacturers for particular pipelines and shaped parts, submission of the main sets to the Customer – were still weakest points. Of course, one could look into all the details and nuances, but it took precious time. The specific character of two-dimensional layout also prevented from involvement of additional process planners or specialist of related production departments at the development phase. Thus, the design process was rather prolonged.

3-D layout of the detail of connection of pipelines of process trestles to reactor auxiliary compartment of Novovoronezh NPP-2, units 1&2 simplified much distribution of individual pipelines or piping groups between particular executors of detailed design documentation, control in the course of execution, as well as review of ready drawings by the heads of works, thus, reducing significantly the design terms. Let us compare the examples of three-dimensional (fig. 1 and fig. 1.1) and ordinary two-dimensional (fig. 2) drawings of the detail of trestle junction to the building of reactor auxiliary compartment.

The plans and sections in fig. 2 are too busy, complicated and difficult-to-read for an ordinary executor. It is necessary to carry out many additional sections for complete detailed presentation of each particular pipeline, thus, it results in increasing of the scope of graphical material. As far as figures 1 and 1.1 are concerned, they prove absolutely the advantages set forth hereinabove.

As far as a heat distribution station (HDS) of Novovoronezh NPP-2 is concerned, the reasons for application of three-dimensional systems by process planners are a little different. The project solutions regarding the purpose of heat distribution station, transmission capacity, directions of heat energy supply, difference between the heating medium parameters for different consumers,

etc., performed by the other design company did not take into account serious changes arisen in the course of detailed documentation development. The drawings were submitted to the Customer; the Customer managed to finish all foundation works, assembled metal frame of the building and built completely the monolithic area of the heat distribution station building before the construction was stopped.

The building was submitted to the scope of engineering activities of EF «Teploelektroproekt» subject to the decision of the General Designer. Thus, they had the new flow diagram, when the number of pumping units increased up to 17 pieces instead of 5 pieces according to the design. Considering the connection pipelines of pumps and heat exchangers, the respective valves for different purposes, power supply and mechanization of repair works – layout was performed as if for the existing building, i.e. the assembled constructional part was used as much as possible. Having certain 3D design experience, we performed layout of the new equipment in the set space approximately for a month, that it three times less than the determined time standards. Let us present two drawings for example:

The same as the case with trestles, visualization of equipment and pipelines in the 3D layout of the heat distribution station can be hardly compared to the traditional two-dimensional system of design.

Not only process departments, but constructional departments of the firm also use the advantages of three-dimensional design to solve the set process problems:

1. Import of a three-dimensional model of the process trestle structure performed by the related departments in the computer system Structure CAD (SCAD) being a universal calculating system of finite-element analysis of the structure. It is oriented to solving the design problems of rather complicated buildings and structures. (Fig. 5).

2. Execution of calculation and analysis of a three-dimensional model of the structure in the complex Structure CAD (SCAD) based on the method of finite elements. Determination of the deformation mode of the structure caused by static and dynamic impacts.

3. Export of a designed three-dimensional model of the process trestle structure from computer system Structure CAD (SCAD) in the universal drawing program. Application of the results of calculation of computer system Structure CAD (SCAD) to perform constructional drawings of the process trestle structure at site of Novovoronezh NPP-2. (Fig. 6-8).

Co-operation with related professions, direct executors of detailed process documentation, review of the performed works by the heads and, as the priority, reduction of the terms of execution of orders under preserved high quality of manufactured products – these are great advantages of 3D design.

Уважаемые участники форума!

Централизация ответственности за весь жизненный цикл такого объекта, как атомная станция, – амбициозная цель и сложная междисциплинарная задача.

За период от начала проектирования до вывода из эксплуатации возникают не только научные, технические и экономические, но и социальные аспекты, вопросы подготовки кадров, информатизации и многие другие. Это новый, принципиально другой подход к использованию атомных станций в народном хозяйстве.

Программы по управлению жизненным циклом сегодня только рождаются, поэтому все новое в этой сфере сразу становится востребованным во всем мире. Проходящий в Нижнем Новгороде форум – это отличная возможность для специалистов многих стран и отраслей, различных инженерных и технологических культур обсудить актуальную тему, обменяться опытом успешных решений, лучшими практиками.

Инициатором и организатором форума уже второй год подряд становится ОАО «НИАЭП». За последние годы институт стал одной из лидирующих инженеринговых компаний России. Уверен, опыт НИАЭП в возведении сложных технических объектов станет хорошей основой для интересных и плодотворных дискуссий всех участников форума – заказчиков объектов, их подрядчиков, консалтинговых и IT-компаний.

Желаю успеха в работе форума!

**Сергей Кириенко,
генеральный директор
Государственной корпорации «Росатом»**



Dear participants!

It is an ambitious goal and a difficult inter-disciplinary task to centralize the responsibility for the complete life cycle of a nuclear power plant.

Many problems are faced in the period from the start of design to the decommissioning of a facility including research, technical, economic, social aspects, issues of personnel training, electronic communication development, etc. It requires a fundamentally different approach to the application of nuclear power plants in the economy.

Life cycle management programs are just being developed, and each result in the field is of high demand in the world. The Forum held in Nizhny Novgorod provides experts from many countries and sectors, specialists representing various engineering and technical cultures with an excellent opportunity to discuss the vital issue and to exchange the best solutions and practices.

NIAEP JSC initiates and organizes the Forum for the second year in succession. The Institute has grown to one of the leading engineering companies of Russia. I am confident that NIAEP experience in sophisticated facilities will be a good foundation for interesting and fruitful discussions of all the participants – customers, contractors, consulting and IP companies.

I wish you a lot of success!

**Sergey Kirienko,
General Director, Rosatom State Corporation**



Уважаемые участники и гости форума!

Атомная энергетика в наши дни – одно из наиболее динамичных и успешно развивающихся направлений мировой экономики. В этой отрасли происходят серьезные и масштабные преобразования, на российский атомный проект возлагаются большие надежды. Правительства ряда государств объявили о своем намерении построить атомные электростанции, по данному вопросу ведутся активные переговоры. География российского атомного проекта помимо станций внутри страны – это Белоруссия, Словакия, Иран, Турция, Вьетнам, Китай, Индия.

По заявлению главы Росатома Сергея Кириенко, объем строительства по российскому проекту в ближайшие 20 лет составит порядка 70 энергоблоков, и эта задача поставлена перед объединенной компанией НИАЭП-АСЭ – одной из крупнейших инжиниринговых компаний на международном атомном рынке. Успех будет зависеть от множества факторов, но наиболее важные из них – это интеллектуальный подход к проектированию, эффективный менеджмент, отлаженная бесперебойная система поставок высокотехнологичного оборудования с учетом параметров локализации и, конечно, современные конкурентные строительные технологии.

НП «НДЦ АТОММАШ» с 2008 года выступает соорганизатором Международного научно-промышленного форума «Ярмарка атомного машиностроения», на базе которого уже во второй раз проводится Международный научно-практический форум «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов». Форум – это не только уникальная возможность для представителей российских и зарубежных компаний различных отраслей обсудить последние достижения в области атомного бизнеса, обменяться опытом успешных решений, лучшими практиками. На Ярмарке будет дан старт программе по закупкам оборудования по проекту ВВЭР-ТОИ, пройдут специализированные семинары и тренинги, на которых поставщики смогут ознакомиться с требованиями к оборудованию и его характеристикам, предъявляемыми в соответствии с новым проектом. При поддержке НП «НДЦ АТОММАШ» пройдет презентация основного инструмента в новой закупочной программе – Единого отраслевого номенклатурного каталога оборудования и материалов (ЕОНКОМ).

По традиции ОАО «НИАЭП» и НП «НДЦ АТОММАШ» организуют деловые встречи специалистов инжиниринговой компании с руководителями предприятий-поставщиков оборудования и материалов для АЭС.

Я желаю всем участникам Международного научно-промышленного форума «Ярмарка атомного машиностроения» успехов в установлении взаимовыгодных партнерских отношений!

**Владимир Дробинин,
президент Некоммерческого партнерства
«Нижегородский деловой центр атомного машиностроения»**



Dear guests and participants of the Forum!

Today nuclear power is one of the most dynamic and successful locomotives of world economy. This industry faces serious large-scale conversion and Russian nuclear project is a matter of high hopes. Governments of several countries announced their intentions to build reactors, this matter is actively negotiated. Except reactors inside Russia the project includes construction of nuclear power plants in Belorussia, Slovakia, Iran, Turkey, Vietnam, China, India etc.

According to the head of Rosatom, Sergey Kirienko, 70 nuclear power units with the Russian basic design will be constructed during the next 20 years and that is a task for united company NIAEP-ASE – one of the biggest engineering companies on the international nuclear market. Although the success of this program will depend on many factors, smart design, effective management, well-honed non-stop procurement system, localization and, of course, modern competitive construction technologies will play the most important role.

Since 2008 Non-profit partnership «NBC Atommash» has been a co-organiser of International Scientific Industrial Forum Nuclear Machine-building Fair. This year the Fair for the second time provides the platform for International Research and Practice Forum «Intellectual Design. Complex Engineering Project Life Cycle Management». The Attendees of the Forum will have a unique opportunity to discuss state of the art technologies and recent developments in the nuclear power industry, share experience and best practices, and find out more about the new project and its requirements to the equipment, as WWER-TOI procurement program will be launched right on the Forum. Moreover, under the auspices of NP «NBC Atommash» the Forum will present the main instrument of a new procurement system – Unified industry nomenclature catalogue of equipment and materials (EONKOM).

Traditionally, JSC «NIAEP» and NP «NBC Atommash» will hold business meetings between NIAEP's specialists and managers of companies-suppliers of equipment and materials for nuclear power plants.

I wish to all participants of International Scientific Industrial Forum «Nuclear machine-building Fair» success in establishment of mutually beneficial partnerships!

**Vladimir Drobinin,
President of Non-profit Partnership
«Nizhny Novgorod Nuclear Engineering Business Center»**



Уважаемые коллеги, участники форума!

Программы по управлению жизненным циклом сложных инженерных объектов сейчас востребованы во всем мире. Наш форум международный и по актуальности заявленной темы, и по составу участников. Это отличная возможность для обмена опытом и знаниями между представителями российских и зарубежных компаний по созданию, внедрению и применению систем управления жизненным циклом (УЖЦ), для демонстрации успешных решений и развития конкурентоспособных технологий сооружения.

Мы активно работаем над решением, которое позволит впервые объединить технологическую, конструкторскую и строительную части в единую цифровую модель АЭС. И приглашаем к участию в этом амбициозном проекте компании атомной, строительной и других отраслей.

На форуме продолжится разговор, начатый год назад на первом Международном научно-практическом форуме «Интеллектуальное проектирование. Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов», где НИАЭП представил свою повестку по УЖЦ сложных инженерных объектов: необходимость единой информационной модели, принятие логики УЖЦ при проектировании, сооружении и выводе из эксплуатации.

Ключевым событием второго форума станет конференция «УЖЦ сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». Надеюсь, что обсуждение этой и других актуальных тем пройдет активно и плодотворно с участием всех заинтересованных сторон.

Желаю насыщенной, творческой и успешной работы участникам форума!

**Валерий Лимаренко,
директор ОАО «НИАЭП» – управляющей организации
ЗАО «Атомстройэкспорт»**



Dear colleagues, guests of the Forum!

Sophisticated facilities life cycle management programs are in high demand all over the globe. This forum is of international character in terms of both its topicality and composition of attendees. It provides a possibility to share experience in the development, introduction and application of product lifecycle management (PLM) with Russian and foreign companies and to demonstrate the best solutions and outstanding results of developing competitive construction technology.

We are actively engaged in developing a NPP digital model that will integrate technical, designing and construction components, and welcome companies of nuclear, construction and other sectors to join this ambitious project. At this forum we shall continue the discussion begun at the 1st International Forum «Thinkdesign. Sophisticated Facilities Lifecycle Management» where NIAEP presented its activities agenda concerning sophisticated facilities PLM: the need to develop a single information model, acceptance of PLM logic in the process of designing, construction and decommissioning.

The conference «Sophisticated Facilities PLM. Development of Competitive Construction Technologies» will be the key event of the 2nd Forum. I hope that all interested parties will have a spirited and fruitful discussion of the most topical issues.

I wish the participants to have exciting work and a lot of success!

**Valery Limarenko,
Director, NIAEP – Atomstroyexport’s Managing Company**

