

Сотрудник компании *Siemens PLM Software France* Клер Буве (*Claire Bouvet*) рассказывает, каким образом концепция “4D Planning” помогает упростить процессы разработки и устранить необходимость внесения изменений в конструкцию. В статье рассматривается, как это позволяет избежать внесения изменений в конструкцию в ходе достройки судов до и после спуска на воду.

4D Planning: новый подход к технологической подготовке производства на примере судостроения

Claire Bouvet (Siemens PLM Software France)

В судостроении значительная часть вносимых изменений бывает вызвана отсутствием места в плотно скомпонованных отсеках, где уже начата работа по достройке. Разборка уже сделанного приводит к дорогостоящим задержкам. Выполнение достройки отсека в точном соответствии с технологическим процессом помогает выполнять работы в рамках начального бюджета.

Эндрю Сейфер (*Andrew Safer*) в статье, опубликованной в журнале “*Maritime Reporter*”, отмечает: “Наличие подробных инструкций для выполнения каждой судостроительной операции и точная синхронизация рабочих процессов повышает эффективность и снижает объемы переделок на верфях восточного и западного побережий США”.

Концепция “4D Planning” позволяет визуализировать ход работ по достройке судна и разрабатывать не создающие взаимных помех процедуры монтажа.

Проблемы технологического проектирования процессов достройки судов

Последнее десятилетие во многих отраслях происходят серьезные преобразования, что приводит к росту спроса на многоцелевые суда, оснащенные новыми видами оборудования. Например, в энергетике, в связи с изменениями климата, растет спрос на возобновляемые источники энергии, что открывает перед судостроителями новые возможности. В ноябрьском (2011 г.) выпуске ежемесячника “*Wind Power Monthly*” Пол Гарретт (*Paul Garrett*) заявил: “Суда для обслуживания морских платформ стали основной проблемой европейской ветроэнергетики. Ведутся дискуссии о переходе на новые многофункциональные суда, либо о продолжении использования судов различных классов”.

Подобная ситуация усиливает неопределенность при достройке судов. Во-первых, рост числа бортовых систем всё более усложняет проверку правильности технологических процессов сборки. Во-вторых, нередко бывает так, что габариты, технические характеристики, а иногда и цены на новое оборудование на начальном этапе постройки судна точно неизвестны. В отчете за 2009 год Счетная палата США отметила, что

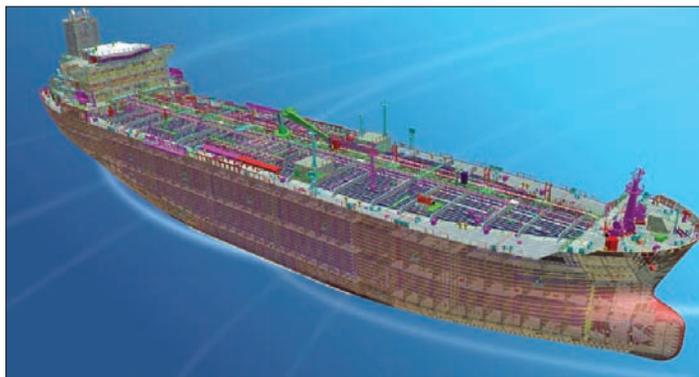
внесение изменений в конструкцию сложного оборудования на поздних этапах приводит к нарушениям процессов не только конструирования, но и постройки судна.

Внесение изменений на поздних этапах

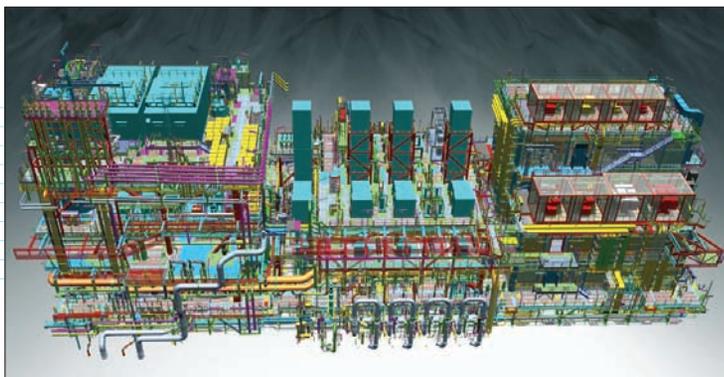
Разработка технологических процессов на ранних этапах затруднительна. В то же время невозможно ждать полного окончания конструкторской проработки и только потом начинать создание технологии постройки судна. Именно поэтому неизбежно внесение большого количества изменений в конструкцию, что приводит и к необходимости изменения технологических процессов.

Корпорация *RAND* провела углубленное исследование с целью выявления причин, по которым судостроители срывают изначально заданные графики постройки судов. *RAND* выяснила, что задержки с созданием конструкторского описания изделия, изменения в технических требованиях и отсутствие информации от поставщиков оказывают существенное влияние на реальные сроки сдачи судна.

Судоверфи, строящие коммерческие суда, чаще отказываются вносить изменения в условия контракта после начала строительства судна, как это зачастую делают военные верфи. Действительно, внесение изменений на поздних этапах — очень трудный и дорогостоящий процесс, в том числе и с точки зрения технолога.



Календарный график связан с облегченными 3D-представлениями деталей, благодаря чему технолог может в любой момент запросить текущее состояние выполнения работ (DSME)



Облегченная модель из арсенала инженерной команды Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME)

Причина появления незапланированных работ – отсутствие прослеживаемости последствий вносимых изменений для всего процесса достройки судна. Дебора Кларк (**Deborah Clark**), Донна Хауэлл (**Donna Howell**) и Чарльз Уилсон (**Charles Wilson**) в опубликованной в сентябре 2007 г. работе отметили следующее: “Если необходимо внести изменения в конструкцию, то приходится незамедлительно прекращать работы, чтобы не вызвать дальнейшего нарастания объема переделок и незапланированных операций. Поэтому системы управления производством должны прогнозировать такие внеплановые работы и уметь управлять ими”.

Как можно продолжать достройку судна, если какой-либо узел отсутствует? Для принятия оптимальных решений на ранних этапах требуется иметь представление и об уже выполненных работах за определенный промежуток времени, и об остающемся свободном месте в отсеках, которое постоянно уменьшается.

Задержки с поставками оборудования

В опубликованном в 2007 г. “Справочнике по инвестициям и ведению бизнеса в судостроительной отрасли стран ЕС” говорится: “По оценкам, от 50 до 70% прибавочной стоимости создается сторонними поставщиками и субподрядчиками, а для судов высокой сложности эта цифра может достигать 70÷80%”.

Одна из проблем – надежный обмен описаниями технологических процессов с поставщиками на ранних этапах подготовки производства. Еще одна задача – контроль возникающих задержек с поставками. Невозможно принимать решения без тщательной проверки их последствий для всех операций постройки судна, выполняемых в течение нескольких недель.

Загрузка производственных мощностей

Программные средства помогают учитывать размещение оборудования на судовой верфи и запланированные объемы

выделенных ресурсов. Виртуальное моделирование процесса строительства корабля позволяет при внесении изменений пересчитывать сроки и степень загрузки производственных мощностей. Выполнение подобного анализа позволяет вносить соответствующие коррективы в технологические процессы достройки судна.

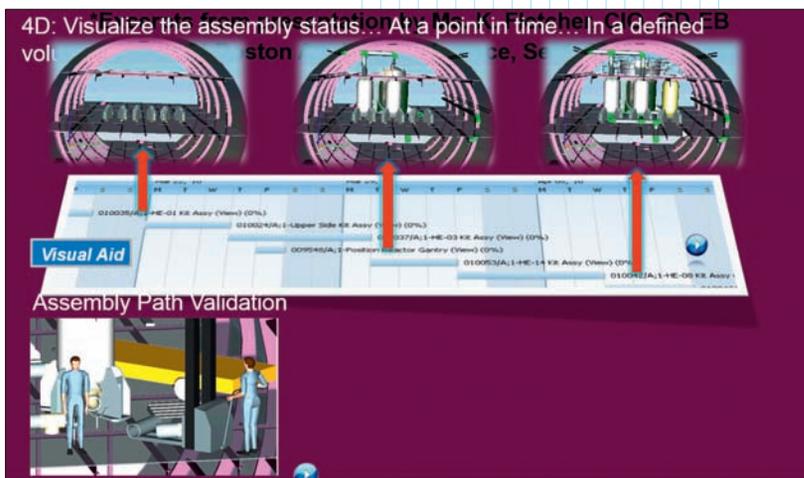
Более того, изготовление часто идет не так, как планировалось. Фиксация текущего состояния процесса изготовления на верфи (и соответствующее обновление технологии сборки) позволяет соблюдать график работ более точно. Понятие состояния изготовления всё более широко применяется в судостроении, и зачастую не просто для корректировки производственных графиков, а для создания единой платформы, поддерживающей испытания и техническое обслуживание судов. Эту тенденцию можно использовать в интересах технологов.

Концепция “4D Planning”

Одной из целей концепции “4D Planning” является повышение уровня автоматизации при разработке план-графиков работ по дооснащению судов. Эта концепция облегчает внесение изменений в технологические процессы в случае изменения конструкции. Благодаря этому рабочее время специалистов высвобождается на другие аспекты – например, на контроль предлагаемой последовательности выполнения монтажа оборудования.

При повышении надежности технологической подготовки производства растет и производительность достройки судов: устраняются лишние операции демонтажа, которые замедляют работу. Кроме того, облегчается обмен информацией с поставщиками благодаря надежному управлению всей логистической цепочкой достройки судна.

Наконец, уже на ранних стадиях повышается предсказуемость процессов. Когда коммерческая верфь согласовывает дату сдачи судна, то в сроках учитываются возможные отклонения от графика, которые имели место ранее при постройке других



Применение концепции “4D Planning” при разработке графика технологического процесса достройки отсека судна



Модель лоцмейстерского гидрографического судна (UBC)

судов. Разработка надежной технологии сборки позволяет задавать сроки точно, без ненужных запасов.

Основные преимущества концепции “4D Planning”

Концепция “4D Planning” обеспечивает создание более гибкого графика работ, который автоматически учитывает вносимые в процесс изменения, а также выполняет 3D-контроль технологии сборки.

Создание взаимосвязей

Календарное планирование на основе ограниченный заключается в задании правильных логических взаимосвязей между технологическими операциями достройки судна. Взаимосвязи согласованы с этапами технологического процесса и сохраняются даже при изменении графика проведения работ, когда даты начала и окончания каждого этапа с большой вероятностью могут измениться.

Помимо сроков выполнения этапов технологического процесса, большинство ограничений связано с нехваткой свободного места. Такие ограничения задаются индивидуально на основе 4D-анализа.

Если график выполнения каких-либо работ смещается, то технологи могут положиться на эффективную систему календарного планирования, уделяя основное внимание вопросам визуализации процессов сборки.

Поддержка принятия решений

Подход “4D Planning” позволяет просматривать детали, подлежащие установке в выбранном отсеке в указанный момент времени. Детали отображаются в контексте всего процесса достройки. Затем технолог может виртуально просмотреть весь процесс и проанализировать возможные проблемы, связанные с нехваткой места в отсеке.

“4D Planning” и платформа поддержки совместной работы

Многие участники процесса непосредственно влияют на график выполнения работ или зависят от такого графика. Концепция “4D Planning” отлично дополняет собой интегрированную платформу

поддержки совместной работы конструкторов, технологов, мастеров, рабочих и поставщиков.

Планшетные компьютеры начинают находить всё более широкое применение на судостроительных верфях. С их помощью рабочие подключаются к базе данных с актуальными 2D-чертежами, 3D-моделями деталей и технологическими процессами сборки. Резко сокращаются потери времени на поиск информации.

Согласование с текущим состоянием изготовления позволяет вести точный и актуальный график выполнения работ. В рамках подхода “4D Planning” завершение той или иной операции отслеживается и фиксируется.

Концепция “4D Planning” поддерживает переход судостроительных предприятий к цифровому производству судов. Сегодня цифровое производство успешно помогает решать стоящие перед технологами и рабочими задачи. Оно стало важным аспектом управления жизненным циклом изделия (PLM) в судостроении. Цифровое производство обеспечивает значительный прирост производительности. 🍀

Литература

1. Safer A. A boon to shipbuilding (Преимущества для судостроения) // Maritime Reporter (December, 2012) // www.marinelink.com/news/shipbuilding-boon-to350441.aspx
2. Garrett P. Choosing cost-effective vessel design (Выбор экономичной конструкции судна) // Wind Power (November 1, 2011) // www.windpowermonthly.com/article/1113128/choosing-cost-effective-vessel-design
3. Best practices: High levels of knowledge at key points differentiate commercial shipbuilding from navy shipbuilding. Report to Congressional Committees (Оптимальные приемы работы, высокий уровень знаний и ключевые моменты, отличающие коммерческое и военное судостроение. Отчет для комитетов Конгресса США). United States Government Accountability Office (GAO) (Счетная палата США) (May, 2009) // www.gao.gov/assets/290/289531.pdf
4. Arena M.V., Birkler J., Schank J.F., Riposo J., Grammich C.A. Monitoring the progress of shipbuilding programmes – how can the defence procurement agency more accurately monitor progress? (Контроль выполнения программ в судостроении – как Агентство оборонных поставок может повысить точность контроля?), 2005 // www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2005/RAND_MG235.pdf
5. Clark D., Howell D., Wilson C. Improving naval shipbuilding project efficiency through rework reduction (Повышение эффективности проектов строительства военных кораблей благодаря сокращению числа переделок). Naval postgraduate school (Monterey, California, USA) (September, 2007) // www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA473801
6. EU shipbuilding industry investment and business guide. The 6th edition (Справочник по инвестициям и ведению бизнеса в судостроительной отрасли стран ЕС). World Strategic and Business Information Library, USA International Business Publications, 2007.