

САНДЫҚ ФАБРИКАНЫ ҚҰРУ

¹Тлеген М.Н., ²Акбаракова А.М., ³Мұратбек Н.

meruert-0202@mail.ru

¹Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Жүйелік талдау және басқару кафедрасының мұғалімі, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Жүйелік талдау және басқару кафедрасының мұғалімі, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

³Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Жүйелік талдау және басқару кафедрасының студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Сандық зауыттар - бұл жаһандық бәсекеге қабілетті өнімдерді жобалау мен өндірудің қысқа мерзімін жобалауды қамтамасыз ететін, жан-жақты технологиялық шешімдер жүйесі. Басқаша айтқанда, сандық фабриканың мақсаты - өнім шығарылғанға дейін, өнімді көру және талдау болып табылады.

Сандық фабрика өнімнің жоспарлау кезеңдеріне, өнімді жобалауға және өндірісті жоспарлауға жатады.

Сандық зауытты қолдану кезінде қол жеткізуге болатын әсерлер:

- жобалаудағы қателіктер санын азайту,
- өзгерістер мен өндірістік қалдықтарды азайту,
- өнімдерді нарыққа шығару мерзімін қысқарту.

Өндірісті жоспарлаудың екі негізгі компоненті бар:

- виртуалды технологиялық зерттеу,
- виртуалды жинақ және өндіріс.

Виртуалды технологиялық зерттеудің құрылымдары:

- жабдықтың сандық модельдері, яғни өндірістегі қосалқы құрылғылар;
- технологиялық процестердің режимдерін модельдеу және іріктеу;
- тұжырымдарды бақылау және енгізуді бақылау үшін технологияның

төзімділігіне талдау жасау.

Алғашқы екі құрамдас бөліктер бірден екі эффект береді: өндірістегі өзгерістер санының азаюы және өнімді өндіріске жіберу және дайын өнімді алу арасындағы уақытты қысқарту. Жабдықтардың осы кезеңде жобалануының арқасында бұйым өндіріске берілгеннен кейін емес, бұйымның өзі әзірленіп жатқанда, өндіріс пен конструкторлық бюро арасындағы итерациялар саны төмендейді. Мінсіз нұсқада, жабдық өндірісте жасалмайды және аяқталмайды, және де ол өніммен бірге жобаланған күйінде пайдаланылады.

Мысал. Конструкторлық бюродан заманауи көлік құру үшін зауытқа 850 бөлік штамп түрінде дайындау үшін жіберіледі. Дәстүрлі өндірістегі жақсы көрсеткіш - бұл ақаудың 5-10% болып табылады, яғни, 85 бөлшек бірінші реттен мөрленбеуі мүмкін - мысалы, металлдың бір жері штамптау кезінде жарылуы мүмкін, немесе кейбір жерлердегі жасалып қойған бөлшекті алып тастау үшін өзгертуге тура келеді. Алдыңғы қатарлы жобалау кезінде бұйымдарды кейіннен қайта өңдеу, штамптау процесін одан әрі модельдеумен жүзеге асырылады. Бұл тәсіл ақаудың 0% жетуіне мүмкіндік береді, яғни зауыт барлық 850 бөлікті модификациясыз өндіре алады дегенді білдіреді. Бұл әйгілі бірінші санаттағы көліктердің бірін өндіру кезіндегі нақты мысал.

Қосымша технологиялар жабдықты жасау үшін өте қолайлы, себебі жабдық сертификаттауды қажет етпейді, ал 3D басып шығару оны мүмкіндігінше тезірек уақытта шығаруға мүмкіндік береді, мысалы - іс жүзінде, 1 сағаттан бастап.

Виртуалды технологиялық зерттеудің әсерінің тағы бір мысалы: бөлшектің өлшемін өзгертпестен автомобиль сөресін штамптау технологиясын оңтайландыру салонға жанынан соққы алғанда шамақ элементтерінің ену тереңдігін 10% - ға төмендетуге мүмкіндік берді.

Әдетте өзгертулердің әр кезеңінен кейін автомобильді жобалау кезінде, 1-ден 3 күнге дейін созылатын бірқатар виртуалды сынақтар өткізіледі. Автокөлік жағдайында бұл виртуалды сертификаттау сынақтары, сондай-ақ краш-тесттер болуы мүмкін. Құрылымға өзгерістер енгізгеннен кейін, бөлек өнім жинағы үшін бірнеше тексеруден ғана емес, барлық өнім жинағы үшін толық сынақтар жүйесінен өтеді. Суперкомпьютер орталығына қосылу арқылы мұндай толық тексеру әдетте бір түннен аспайды.

Есептеу нәтижелерін өңдеу жартылай автоматты немесе толығымен автоматты режимде жүзеге асырылады - инженерлер бірден өздерінің өзгерістері барлық өнімнің көрсеткіштеріне әсер еткені туралы визуалды ақпарат алады. Бұл әр инженер жеке және, атап айтқанда, аға құрастырушы, өзінің түйсігі негізінде ғана емес, барлық мақсатты сынақтардың сандық нәтижелері негізінде және бұйымның конструкциясына енгізілген өзгерістердің сандық талдауы негізінде әрекет етеді.

Виртуалды жинақ пен өндірістің құрамдас бөліктері:

- сандық құрал модельдері;
- құрастыру процестерін модельдеу, жиналуын талдау;
- қолмен және роботты дәнекерлеу алгоритмдерін және / немесе тапсырыстарын әзірлеу;
- геометрия мен өнімнің сапасын бақылау;
- сандық өндірістік жоба.

Сандық құралдың модельдері - бұл өнім шығару жүзеге асырылатын нақты өндірістің барлық құралының 3D модельдері.

Автокөлік жағдайында, бұл олардың нақты өлшемі белгілі, және сәйкесінше, автоматты немесе жартылай автоматты режимде, бұл операцияны робот жасай алатындай етіп, әрбір нақты дәнекерлеу нүктесі және дәнекерленген жердің барлығын тексере алатын дәнекерлеу роботтары болуы мүмкін. Егер сіз цифрлық жобалау кезеңінде мұндай жұмысты орындамасаңыз, онда бұл жұмыс бірінші прототипті жедел құрастыруда жүргізіледі және жинау мәселелері туындаған кезде өнімнің өзгеруі үйлестіріледі, немесе құрал ауыстырылады.

Барлық өндірісті модельдеудің арқасында өндіріс кезеңіндегі өнімнің бірден құрастыру алгоритмдерін, дәнекерлеу немесе басқа технологиялық операцияларды жасауға болады, бұл өндіріс кезеңінде уақытты тікелей үнемдеуге және өнімнің нарыққа шығарылуына тікелей әсер етеді.

Өнімнің сапасын бақылау және өлшеу дегеніміз - өндіріс процесін жобалау және модельдеу кезінде өнімнің кез-келген жерінде ақаулар болуы мүмкін, бұл жерлер алдын-ала талданады. Осылайша, өнімнің сапасын бақылау және өлшеу үшін бақылау нүктелерінің тізімі алдын-ала алдын-ала дайындалады. Бұл ақпарат өнімді өндіріске жібергенге дейін дайындалады.

Өндірістің сандық жобасы - толық виртуалды қосарланған өндіріс ретінде түсіндіріледі. Оған құралдар мен жабдықтардың сандық егіздері және технологиялық процестердің сандық егіздері кіреді.

Сандық фабрика құрылымы

Әрбір технологияға құралдар көмегімен нәтиже алуға болатын, яғни осы баламалардың кейбір жиынтығына сәйкес келеді. Сынақ полигоны технологиясының міндеті - үнемі бақылау, талдау және нарықтағы қолданыстағы құралдарды іс жүзінде бағалау болып табылады.

Мысал: оңтайландыру технологиялары (CAO - компьютерлік оңтайландыру колоннасы), бірнеше әлемдік бағдарламалық жасақтамадан тұрады: Altair HyperWorks және Optistruct пакеті, Altair Inspire, Dassault Systems, IOSO ,modeFrontier дан TOSCA. Әр жасақтамада өзінің шектеулері бар, сонымен қатар басқа пакеттермен салыстырғанда кепілдендірілген, ең жақсы нәтиже беретін аймақтар бар. Кейбір жасақтамаларды қолдану қиын, бірақ берілген шектеулердің өте көп санымен топологиялық оңтайландыруды жүргізуге мүмкіндік береді, кейбір пакеттер қолданылуы оңай болғанымен, бірақ кейбір шекаралық шарттарды белгілеуге мүмкіндік бермейді. Басқа пакеттер, мысалы, аэродинамиканы ескере отырып құрылыстарды оңтайландыруға мамандандырылған.

Бағдарламалық жасақтамаға ие болудың маңызды басқа бір себебі -болашақ зауыттың клиенттің өтінішіне тез жауап беру туралы талабы болып табылады. CAD және CAE жүйелері болған жағдайда, бұл, ең алдымен, тұтынушыда бар файлдарда жұмыс істей алатын кезде, сіз тапсырыс берушінің кейбір аралық форматқа түрлендіруін сұрамай-ақ жұмыс істей аласыз.

Технологиялардың сынақ полигоны жұмысының негізгі тәсілі – технологиялар тізбегін қалыптастыру болып табылады. Мұндай технологиялар тізбегі тапсырыс берушінің тапсырмасына жауап ретінде қалыптасады. Сынақ полигонында барлық озық әлемдік технологиялардың болуы, сондай-ақ оларды қолданудың іс жүзіндегі тәжірибесі , бұл нақты тапсырманың шешіміне өз класындағы Best-in-class ең жақсы кепілдік береді.

Әр түрлі тапсырмаларды шешу әр түрлі технологиялар тізбектерін қажет етеді. Мұндай тізбектер бір блоктан бірнеше технологиялар қолданылған кезде пайда болуы мүмкін. Мұндай пайдаланудың мысалы, бұйымның өлшемі күрделі жүктемелер кезінде көп сатылы оңтайландыруы мүмкін. Бұл дегеніміз, өнімді оңтайландыру бірнеше кезеңнен тұрады, және әр кезеңде бір-бірімен «бәсекелескен күйде» бірнеше пакеттерді бір уақытта қолдануға болады. Әр кезеңнен кейін қол жеткізілген ең жақсы шешім алынады, және бірнеше пакеттер жақсы нұсқаны іздеуге қайтадан қолданылады. Бұл тәсіл әр жеке пакетте қол жетімді емес шешім алуға мүмкіндік береді.

Сандық платформа

Сандық платформа - бүкіл сандық фабриканың біріктіретін элементі.

Төменде кеңейтілген сандық платформаның негізгі мүмкіндіктері берілген.

1. Әр түрлі бағдарламалық жасақтамамен интеграция. Бұл дегеніміз, платформада интеграциялық жүйелер (API) арқылы әртүрлі бағдарламалар жүйесі жеткізушілерінен алынған әр түрлі пакеттермен жұмыс жасай алатындығын білдіреді.

2. Өнімнің әр нұсқасының барлық талаптарға сәйкестігін автоматтандырылған тексеру.

3. Есептеу нәтижелерін өңдеудің жоғары автоматтандырылуы. Заманауи сандық платформа сізге толық автоматты режимде есептеулер нәтижелері бар презентациялар жасауға мүмкіндік береді. Инженер жұмысынан кейін болған өзгерістерді барлық нәтижелерді визуализациялауға байланысты өте тез талдайды,және де, сандық сипаттамалармен бірге жүреді. Бұл тәсіл жасалу жылдамдығын едәуір арттырады.

4. Өнімді жобалаудың бүкіл жұмысын сақтау және сараптамалық жүйені жасанды интеллектпен әр түрлі жобалардағы өнімді дамытудың ретроспективті талдауына қосу.

Осылайша, сандық фабриканы құру үшін бізге қажет:

- заманауи жоғары автоматтандырылған сандық жобалау платформасы;

- технологияларды сынау полигоны тапсырыс берушінің нақты тапсырмасы бойынша, өз қатарындағы ең жақсы шешімді (best-in-class) алу үшін, алдыңғы қатарлы өндірістік технологиялардың тізбегін жинауға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Сергеева О.Ю. «Индустрия 4.0» как механизм формирования «Умного производства» // Нанотехнологии в строительстве. 2018. Т. 10. № 2. С. 100-113. DOI: 10.15828/2075-8545-2018-10-2-100-113;
2. Прохоров А., Коник Л. Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: Альянс Принт, 2019;
3. Plattform Industrie 4.0. Digital Transformation «Made in Germany». URL: http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/201627/10__pi40_diemer_16494.pdf (15.11.2019);
4. Сергеева О.Ю., Шарафиев Р.Г., Исламгулова Р.Г. Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Российская Федерация, Цифровая трансформация как инструмент развития промышленных предприятий XXI века, УДК 65.011.56;