

*М.А. Жәнкіш, А.А. Тенгаева**

*Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университеті, Алматы қаласы,
Қазақстан Республикасы
zh.m.a_96@mail.ru, aijan0973.tengaeva@yandex.ru**

МОДЕЛЬДЕУ ПРОЦЕСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ МАҚСАТЫНДА АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖОБАЛАУ ЖҮЙЕСІ МЕН ҚҰРАЛДАР ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.

Аңдатпа.

Бұл мақала өндірісті оңтайландыруға арналған бағдарламалық жасақтамасы бар құрылғылардың дизайнын талдауға арналған. Сапаны арттыру үшін өндірістің негізгі параметрлерін оңтайландыру қажет. Механизмді құрастырудағы өзара әрекеттесетін бөлшектердің егжей-тегжейлі болжамдары құнды бағалауға және материалдарды таңдауға, сондай-ақ модельдеудің озық технологиясына негізделген процесті қолдану арқылы мүмкін болады. Бұл мақалада аз қалдықты және перспективты технологиялық процестерді жобалау кезінде еңбек өнімділігін және қабылданатын шешімдер деңгейін арттыру, дайындамаларды қалыптау әдістері туралы деректерді жинақтау, есептеу техникасын, конструкторлық автоматтандырылған жобалау жүйесі мен автоматтандырылған жобалау құрылғыларын қолдануды кеңейту есебінен оңтайландыруды қамтамасыз ету мүмкіндігі жайында ақпарат ұсынылады. Суықтай қалыптау технологияларын дамытуда ерекше маңызға ие модельдеу процесіндегі бастапқы жобалаушы мәндерге қол жеткізіледі.

Сонымен қатар, суықтай деформацияланатын процестерді енгізу үшін қажетті зерттеулерге, әзірлемелерге салыстырмалы түрде жоғары шығындар, көп жұмыс пен деформациялауға арналған құралдарды жасау жүзеге асады. Бұл жағдайда имитациялық автоматтандыру жүйелерін қолдану арқылы металдардың түзілуі зерттеледі. Осының арқасында өндірісті технологиялық дайындауға кеткен шығындар айтарлықтай азайтылады. Күрделі құралдарды жасауды қажет ететін процесті виртуалды тәжірибелермен шынайы процесті жартылай немесе толық ауыстыру ұсынылады.

Кілт сөздер: деформация, жүйе, модельдеу, оңтайландыру, пішу, тетік, ұяқалып.

Кіріспе.

Кәсіпорындардағы өндірістік процесте компьютерлік технологияларды қолдану үлкен қаржылық салымдарды қажет етеді. Сондықтан дұрыс шешімнің негізгі мақсаты зауытта өндіріс процесі үшін бағдарламалық платформаны дұрыс таңдау мүмкіндігі.

Әлбетте, бұл негізгі үрдіс компьютерлік жобалау бағдарламаларын енгізу болып табылады. Ол жобалау шешімдерін жүзеге асыра алатын бағдарламалық кешенді құрау қажет [1-4].

Дәстүрлі жобалау процесінде автоматтандырылған жобалау жүйелері (АЖЖ) және автоматтандырылған жобалау құралдары (АЖК) тізбекті түрде қолданылады. Жобалауды автоматтандырылған жобалау жүйесі жасайды және оны автоматтандырылған жобалау құралдары көмегімен тексереді. Осы модельдеуге негізделген тәсілдің арқасында автоматтандырылған жобалау жүйесі және автоматтандырылған жобалау құралдарында жобалау параллель жүреді. Ақылды технологияны қолдана отырып, автоматтандырылған жобалау құралдары автоматты түрде оңтайлы модельдеу конфигурациясын анықтайды. Бұл инженерлерге конструкцияларда жақсы өнімділікке тезірек жетуге мүмкіндік береді. Ендеше, жобалау арқасында табақты қалыптаудағы жүйелі әрекетті қалыпта автоматтандырылған жобалау жүйесін жүргізу орындалады.

Табақты қалыптауда материалды пішу деген – дайындамада, қаңылтырда, жолақта, таспада шағылатын тетіктердің орналасу әдісін айтамыз.

Қалыптың жұмыс қабілеттілігін, шыдамдылығын, сенімділігін анықтауда ұяқалып пен сотан маңызды рөл атқарады. Қалыпты жасау барысында оларды есептеу, құрылымдау жасалынады. Өндірісті технологиялық дайындау үшін автоматтандырылған жүйелерді жобалау үрдістерін жан-жақты қарастырып, жобалау ережелерінің үйлесімді жүйесін құру жүзеге асады.

Бағдарламалық өнімдерді пайдалану компьютерлік өңдеуді жүзеге асыру үшін автоматтандырылған модельдеу, эксперименттік деректер мен кернеу-деформация күйінің көрсеткіштерін есептеуге және қуат режимі, ұтымды технологиялық әзірлеу уақытын алуға сандық нәтижелерін дұрыс салыстыруға мүмкіндік береді.

Әдістер мен материалдар.

Зерттеу барысында теориялық және тәжірибелік әдістер қолданылады. Технологиялық процестерді есептеу кезінде жоғарғы бағалау әдісі металдарды қысыммен өңдеу процестерінің параметрлері көрсеткіштерін анықтауға мүмкіндік береді. Жоғарғы бағалау әдісі - энергетикалық әдістерге қатысты, ол пластикалық қалыптау процесінің орташа интегралдық сипаттамаларын табу, кез-келген күрделіліктегі қалыптау құралы мен бастапқы дайындаманың пішіні мен мөлшерін оңтайландыру, деформация ошағын анықтау, ақаулардың пайда болуын болжау, бекітілген құралға жүктемелерді есептеу және т. б. үшін сәтті қолданылады.

Нәтижелер және талқылау.

Бағдарламаның графикалық постпроцессоры деформацияның бүкіл процесінде металдың өзгеруін талдауға мүмкіндік береді: металл ағымының векторлық өрісі, жылдамдық өрістері, кернеулер, деформациялар, деформация жылдамдығы, дайындамадағы температура, құрал бетіндегі байланыс қысымының таралуы, компоненттер бойынша Деформация күшінің графикасы, деформация жұмыстары, дайындама мен құралдың геометриялық өлшемдері, Лагранж торы.

Бұл жүйені жасау кезінде тор генерациясы және кернеудің таралу эпюрасы қолданылды, өйткені штамптау - бұл үлкен көлемді деформациямен және үнемі өзгеріп отыратын шекаралық жағдайлармен сипатталатын жоғары тың динамикалық өтпелі процесс. Есептелген тор тұрақты, ал дайындаманың материалы оның жасушалары арқылы өтеді. Соның арқасында бағдарлама пластикалық деформациялармен байланысты мәселелерді шешуге бейімделген. Сонымен қатар, бұл штамптауды үш өлшемді модельдеу жүйелерінде проблемалық орын болып саналатын есептеу торын қалпына келтірудің әртүрлі әдістерін қолдануды оңтайландырады.

Сонымен қатар, тор генерациясынан өтетін материал қарапайым геометриялық элементтерден тұратын қырлы бетімен автоматты түрде шектеледі, бұл дайындаманың бетінің пішінін жоғары дәлдікпен бақылауға мүмкіндік береді. Сыртқы беттің көрінісі автоматты түрде жақсарады, бұл басу модельдеу процесінде бөліктің пішіні мен күрделілігінің өзгеруін көрсетеді.

Ұяқалып пен сотан тетіктерін есептеу.

Тетік өлшемдері арқылы ұяқалыптың өлшемдері анықталады. Тікбұрышты тетіктердің өлшемін оның жұмыс бөлігіне қарай табады. Ол өлшемдерді (74 б., 17-кесте [5]) бойынша аламыз. Ұяқалып өлшемдері саңылаулар, жұмыс бөлігінің орналасуы далдаша мөлшерлеріне байланысты.

Бізге қажетті барлық бұрамалар мен сұққыш өлшемдері жоғарыда көрсетілген кесте бойынша алынады. Бұрамалар санын екі бұрама арасы 90 мм-ден кем болмау ұстанымы бойынша табады. Кей жағдайларда келісілген шарттан ауытқуға болады. Сұққыштар саны ұяқалыпқа тікелей байланысты. Негізі ұяқалыптың өзі де, оның жеке бөліктері екі сұққыш арқылы бекітіледі. 17-кесте бойынша алынған мәліметтер бойынша, ұяқалыптың жұмыс бөлігінің өлшемі – 241 x 146, ал ұяқалыптың тікбұрышты ең аз деген өлшемі - 560 x 280 болады. Бұл өлшемдер МЕСТ 15861-81 бойынша алынған.

Июші қалыптың ұяқалыбы мен сотан өлшемдерін есептеу.

II-пішінді ию кезінде ұяқалып пен сотанның орындаушы өлшемдері сызбадағы тетікті орналастыруға тікелей байланысты. Егер сызбада тетіктің сыртқы $A_{D-\Delta}$ өлшемі берілсе, онда ұяқалыптың жұмыс өлшемі [5]:

$$A_M = (A_D - K_\Delta \Delta)^{+\delta_M''}, \quad (1)$$

мұндағы A_D - июден кейінгі тетіктің номиналды өлшемі, мм;

K_Δ - шақтаманы анықтаушы коэффициент, $K_\Delta = 0,4 \div 0,5$;

Δ - тетіктің шекті ауытқуы, мм;

δ_M'' - A_D өлшеміне шекті ауытқу, ол келесідей анықталады:

$$\delta_M'' = 0,8 \cdot K_\Delta \cdot \Delta \quad (2)$$

Егер δ_M'' мәні 11 квалитет шегінде болса, ұяқалыпта итерушіні қондыру $\frac{H11}{d11}$ квалитеті бойынша жасалынады. Қажет болған жағдайда одан да жоғары квалитет өлшемі қолданылады. Ұяқалып пен сотанды бірге даярлайтын болғандықтан, шекті ауытқу мөлшерін 13-кесте [5] бойынша таңдап аламыз. $\Delta=0,22$ мм ауытқу шамасы осы мәнге ие болады.

$$\delta_M'' = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,22 = 0,0704 \text{ мм},$$

$$A_M = (30 - 0,4 \cdot 0,22)^{+0,0704} = 29,912^{+0,0704} \text{ мм}$$

Отанды келесі формуламен анықтайды:

$$A_{II} = (A_M - 2z_{z\sigma})_{-\delta_{II}''} \quad (3)$$

мұндағы $z_{z\sigma}$ - біржақты тесік;

$$z_{z\sigma} = s_{\max} + s \cdot K_z \quad (4)$$

мұндағы s_{\max} - табақтың ең үлкен мүмкін қалыңдығы (рұқсат берілетін стандарт бойынша), мм;

K_z - 9-кесте [5] бойынша анықталынатын коэффициент.

$$z_{r\sigma} = 2,1 + 2 \cdot 0,1 = 2,3 \text{ мм}$$

Сотанның шекті ауытқу өлшемдерін келесідей қабылдаймыз:

$$\delta_{II}'' = 0,8 \delta_M'' \quad (5)$$

$$\delta_{II}'' = 0,8 \cdot 0,0704 = 0,05$$

$$A_{II} = (29,912 - 2 \cdot 2,3)_{-0,05} = 25,312_{-0,05} \text{ мм}$$

II-пішінді ию барысында жұмырлау радиусы мен ұяқалып қалыңдығы 11-кесте [6] бойынша алынады.

Ұяқалыптың жалпы қалыңдығы:

$$H_M = r'_M + h'_M \quad (6)$$

$$H_M = 5 + 25 = 30 \text{ мм}$$

Астыңғы итеруші өтуі:

$$h_{н.в.} = h'_M + r'_M + 0,2s \quad (7)$$

$$h_{н.в.} = 25 + 0,2 \cdot 2 = 25,4 \text{ мм}$$

Сотан ұзындығы:

$$H_{II} = l + H_{III} + (20 \div 25), \quad (8)$$

мұндағы $H_{III} = (0,3 \div 0,5)A_{II}$

$$H_{III} = 0,3 \cdot 25,312 = 7,6 \text{ мм}$$

$$H_{II} = 30 + 7,6 + 20 \approx 57,6 \text{ мм}$$

Жұмыс терезесінің ені дайындама өлшемінен үлкен болуы керек:

$$2r_M'' + 1,5 \text{ мм},$$

мұндағы r_M'' - терезенің жұмырлану радиусы.

Ию кезінде серпілу әсері.

Ию кезіндегі деформацияның қарқындылығы материал нүктесінің координаталарына, пуансонның жақындау жылдамдығына және деформация уақытына байланысты. Деформациялардың қарқындылығын анықтау кезінде шекті деформацияға байланысты анықталатын деформацияның шекті уақыт аралығын ескеру қажет (бұзылу алдында).

Дайындамадағы соққының инсультінің үлгілерін анықтау кезінде пуансон мен ұяқалып арасындағы саңылауда орналасқан бүкіл материал пластикалық деформацияланған деп есептелді. Шындығында, соққының жақындау жылдамдығы артқан сайын материалдың көлемі азаяды.

Есептеуді жеңілдету мақсатында В. П. Романовский кітабында оңайлатылған формулалар ұсынылған. Бос П-пішінді ию:

$$tg\Delta\varphi_n = 10^{-4} K_{II} \frac{r_M' + r_{II} + 1,25s}{(1 - x_r)s}, \quad (9)$$

мұндағы K_{II} – коэффициент, қалыпталатын материал қасиетін сипаттайды:

$$K_{II} = 2 \cdot 0,375 \frac{\sigma_T}{E} 10^4, \quad (10)$$

мұндағы x_r – коэффициент, 3-кесте [5];

r_M и r_{II} – ұяқалып пен сотанның жұмырылу радиусы, мм;

s – қалыпталатын материал қалыңдығы, $s=2$ мм;

σ_T және E – аққыштық шегі мен серпілу модулі, МПа.

Қалыпталатын материал қасиеттерін сипаттайтын коэффициент $\Delta\varphi_r$ серпілу бұрышының φ_r иілу бұрышына әсерін жанама түрде есепке алады. Себебі, соңғы мәннен a_M нәтижесі шығады. K_{II} әртүрлі материалдар үшін 12-кесте [5], ал $(1 - X_r)s$ мәні кейбір r/s қатынасы үшін 13-кесте [5] берілген.

Бос П-пішінді ию кезінде келтірілген формулалар мен кестедегі мәндер әрбір бұрыштың серпілуінде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, кестеде көрсетілген мәндер сәйкесінше 0,8 – 0,85 коэффициенттеріне көбейтіледі. Жеке маркалы болаттар үшін бұл мәндер 21-кесте бойынша алынады. Ең алдымен, сотанға қажетті жұмырлану радиусы есептелінеді:

$$r_{II} = \frac{s}{s/r + 8K_v \cdot 10^{-4}}, \quad (11)$$

мұндағы s - қалыпталатын материал қалыңдығы, $s=2$ мм;

r - қажетті июші радиус, мм;

$K_v = 4,1$ - коэффициент, 12-кесте [5];

$$r_{II} = \frac{2}{2/1 + 8 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}} = 0,99 \text{ мм};$$

Мәндерді (1.11) формуласына қойсақ:

$$tg\Delta\varphi_n = 10^{-4} 8,2 \cdot (5+0,99+1,25 \cdot 2)/0,58 \cdot 2 = 0,006$$

Сотандағы $\Delta\varphi_n$ мәнін анықтайтын болсақ:

$$\varphi_{II} = \varphi_r - \left[(180^\circ - \varphi_r) \cdot \left(\frac{r}{r_{II}} - 1 \right) \right]; \quad (12)$$

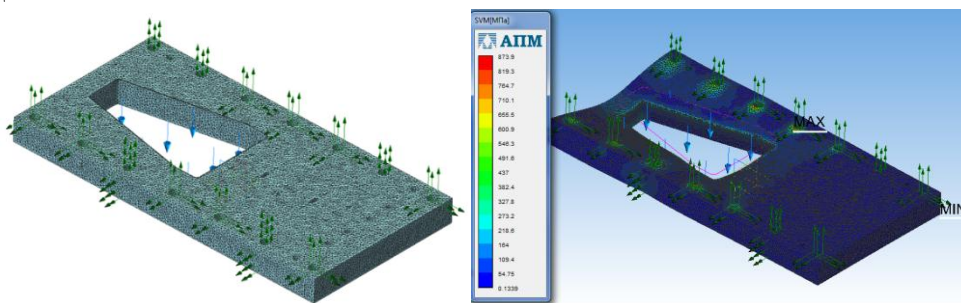
$$\varphi_{II} = 33^\circ 17' - \left[(180^\circ - 33^\circ 17') \cdot \left(\frac{12,5}{10,94} - 1 \right) \right] = 12^\circ 15'$$

Біз суретте көрсетілгендей ұяқалыптың 3D моделін құрастырамыз және алынған модельге жүктеме жасаймыз. Содан кейін біз кернеу диаграммасын аламыз және ұяқалыптың

шеттеріне зақым келтірілу мүмкіндігін анықтаймыз, яғни. жұмыс аймағы:

1. Ұяқалып моделін құру;
2. Үлгіні орнатуға арналған бекіту саңылауларын көрсетеміз;
3. Жүктеменің әсерінен ұяшықтың беткі қабатының ауысуы;
4. Соңғы элемент әдісі бойынша модельді талдау үшін тор құру;
5. Беріктікті есептеулерді бастап, үлгідегі кернеудің таралуын анықтайтын кеңістіктік диаграмманы аламыз. Берілген ұяшық материалының максималды кернеу мәндерін диаграммадан алынған максималды кернеу мәндерімен салыстырамыз.

Тордың генерациясы мен ұяқалыпта кернеудің таралу эпюрасы сәтті аяқталды. Нәтиже оң болып шықты.



1.1-сурет – Тордың генерациясы мен ұяқалыпта кернеудің таралу эпюрасы

Қорытынды.

Автоматтандырылған жобалау құрылдары үшін әртүрлі деңгейдегі стандарттарды жақындастыру бағдарламалық құралдарды жақсырақ пайдалануды қамтамасыз етеді және күрделі өлшеу құрылғыларын жобалаудағы қателер мен дәлсіздіктерді азайтады. Отандық және шетелдік ұлттық стандарттарда ұсынылған терминологияға ұқсас зерттеу АЖЖ тұжырымдамалық аймағын анықтауда толық және дәйекті болу үшін әртүрлі компьютерлік бағдарламаларды біріктіру арқылы бақылаудың толық өлшеу жүйесін жасай аламыз. Бұл еңбек өнімділігін арттырып, шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Алғыс.

Мақала авторлары жұмыс барысындағы құнды пікірлері үшін т.ғ.к., профессор Ахметов Кулмағанбет Ахметовичке алғысымызды білдіреміз.

Әдебиеттер тізімі.

1. Morokina G.S. and Umbetov U.U. 2016 The base of design devices and information control systems (Taraz Republic of Kazakhstan Format-print) p 168.
2. Morokina G.S., Sergeev M.M. and Porozov I.N. 2010 Creation of measuring system on the basis of integrated program Trace Mode6 environment at reading of remote lectures for students of a speciality 200101.65 Innovative technologies in formation (SPb SZTU) pp 131-8.
3. Morokina G.S. 2010 Teaching integrated programmer Trace mode in customs manufacturing New technologies and forms of education (SPb SZTU) 16, 39-40.
4. Fedetov A.I. 2013 Theory of measurement A.I. Fedetov, S.K. Lisin and G.S. Morokina (SPb Publishing House) p 324.
5. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. Стеблюк В.И., Марченко В.Л., Белов В.В., Гривачевский А.Г. – Киев: Вища школа. Головное изд – во, 1983. – 280 с.
6. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: учебник для студентов вузов / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1979. – 126 с.
7. Wang, C.H. & Sturges, R.H. (1996). BendCad: A design system for concurrent multiple representations of parts. Journal of Intelligent Manufacturing 7(2), 133–144.
8. Shpitalni M, Lipson H, 2000, “3D conceptual design of sheet metal products by sketching”, Journal Of Materials Processing Technology, Vol. 103, No. 1, pp 128-134.

9. Aberlanc, F., Babeau, J., Jamet, P., “OPTRIS: The Complete Simulation of Sheet Metal Forming”, Sheet Metal Stamping for Automotive Applications, SAE International Congress 1996. pp 187 – 204.

10. КОМПАС-3D v16: Руководство пользователя [Электрондық ресурс]. Режим доступа: https://support.ascon.ru/source/info_materials/2015/KOMPAS-3D_Guide.pdf.

References

1. Morokina G.S. and Umbetov U.U. 2016 The base of design devices and information control systems (Taraz Republic of Kazakhstan Format-print) p 168.

2. Morokina G.S., Sergeev M.M. and Porozov I.N. 2010 Creation of measuring system on the basis of integrated program Trace Mode6 environment at reading of remote lectures for students of a speciality 200101.65 Innovative technologies in formation (SPb SZTU) pp 131-8.

3. Morokina G.S. 2010 Teaching integrated programmer Trace mode in customs manufacturing New technologies and forms of education (SPb SZTU) 16, 39-40.

4. Fedetov A.I. 2013 Theory of measurement A.I. Fedetov, S.K. Lisin and G.S. Morokina (SPb Publishing House) p 324.

5. Sheet metal stamping technology. Course design. Steblyuk V.I., Marchenko V.L., Belov V.V., Grivachevsky A.G. - Kyiv: Vishcha school. Head publishing house, 1983. - 280 p.

6. Zubtsov M.E. Sheet stamping: a textbook for university students / M.E. Zubtsov. - L.: Mashinostroenie, 1979. - 126 p.

7. Wang, C.H. & Sturges, R.H. (1996). BendCad: A design system for concurrent multiple representations of parts. Journal of Intelligent Manufacturing 7(2), 133–144.

8. Shpitalni M, Lipson H, 2000, “3D conceptual design of sheet metal products by sketching”, Journal Of Materials Processing Technology, Vol. 103, No. 1, pp 128-134.

9. Aberlanc, F., Babeau, J., Jamet, P., “OPTRIS: The Complete Simulation of Sheet Metal Forming”, Sheet Metal Stamping for Automotive Applications, SAE International Congress 1996. pp 187 – 204.

10. КОМПАС-3D v16: User Manual [Electronic resource].Access mode:: https://support.ascon.ru/source/info_materials/2015/KOMPAS-3D_Guide.pdf.

М.А. Жәнкіш, А.А. Тенгаева*

Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет,

г. Алматы, Республика Казахстан,

*zh.m.a_96@mail.ru, aijan0973.tengaeva@yandex.ru**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Аннотация.

Эта статья предназначена для анализа конструкции устройств с программным обеспечением для оптимизации производства. Необходимо оптимизировать основные параметры производства для повышения качества. Детальные прогнозы взаимодействующих деталей в сборке механизма становятся возможными благодаря использованию процесса, основанного на оценке стоимости, и выбору материалов, а также передовой технологии моделирования. В данной статье рассматривается возможность обеспечения за счет повышения производительности труда и уровня принимаемых решений при проектировании малоотходных и перспективных технологических процессов, накопления данных о методах формования заготовок, расширения применения вычислительной техники, конструкторских САПР и САЕ. Особое значение в развитии технологий холодной штамповки приобретают исходные конструкторские значения в процессе моделирования.

Кроме того, относительно большие затраты на исследования и разработки, необходимые для реализации холоднодеформируемых процессов, большой объем работ и инструментов для деформации являются проблемой для производства. В этом случае образование металлов изучается с помощью автоматизированных систем моделирования. За счет этого значительно снижаются затраты на технологическую подготовку производства. Процесс, потребовавший создания сложных структур, рекомендуется частично или полностью заменить реальным процессом виртуальными экспериментами.

Ключевые слова: деформация, система, моделирование, оптимизация, раскрой, механизм, матрица.

M.A. Zhankish, A.A. Tengayeva*,

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan

*zh.m.a_96@mail.ru, aijan0973.tengayeva@yandex.ru**

DETERMINATION AND ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS AND TOOLS IN ORDER TO OPTIMIZE THE MODELING PROCESS.

Abstract.

This paper is concerned to the analysis of the construction of the devices with software program for the optimization production. It is necessary to optimize the basic parameters of production for quality improvement. Detailed predictions of interacting parts in a mechanism assembly are made possible through use of value engineering based process and material selection and advanced simulation technology. This article discusses the possibility of ensuring by increasing labor productivity and the level of decisions taken in the design of low-waste and promising technological processes, the accumulation of data on methods of forming blanks, the expansion of the use of computer technology, design CAD and CAE. Of particular importance in the development of cold stamping technologies are the initial design values in the modeling process.

In addition, the relatively large research and development costs required to implement cold forming processes, the large amount of work and deformation tools are a problem for production. In this case, the formation of metals is studied using automated simulation systems. Due to this, the costs of technological preparation of production are significantly reduced. The process that required the creation of complex structures is recommended to be partially or completely replaced by a real process with virtual experiments.

Key words: deformation, system, modeling, optimization, cutting, mechanism, matrix.

ҒТАМР 29.19.13: 30.19.15

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2021/14>

ӘОЖ 539.3

*М. Немеребаев, Т.Л. Аязбаев, П.М. Маликтаева, Ж.А. Шымыр**

Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ. Қазақстан Республикасы,

nemerebayev@mail.ru, ayazbaev.talgat@mail.ru, sakosh_78@mail.ru,

*shymyr.zhalel@gmail.com**

ЦИЛИНДР ТӘРІЗДІ КАРКАСТЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Аңдатпа.

Өзара параллел орналасқан k саннан тұратын стрингерлерден және оған ортогонол жазықтықта орналасқан l сақиналы шпангоуттардан тұратын каркасты қарастырылған.