

Машиностроение. Металлургия



DOI 10.52209/1609-1825_2023_1_5

ЭОЖ 622.23.05

Жону білдегінің негізінде дәнекерлейтін құрылғы үшін пневмоцилиндрлі айла-бұйымды құрастыру

¹*БУЗАУОВА Тоты Мейрбековна, т.ф.к., доцент, toty_77@mail.ru,

¹САРБАСОВА Айшолпан Батырханқызы, магистрант, aysholpans@mail.ru,

¹ТУРЕХАНОВ Баянбек Ерланович, магистрант, bayanbek-1999@mail.ru,

²СИВАЧЕНКО Леонид Александрович, т.ф.д., профессор, 228011@mail.ru,

¹МАТЕШОВ Арман Кариевич, магистр, аға оқытушы, takashka_m@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Беларусь-Ресей университеті, Беларусь Республикасы, Могилев, Мира даңғылы, 43,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты үйкеліспен дәнекерлейтін құрылғының конструкциясын жетілдіру және технологиялық мүмкіншілігін кеңейту. Сынақ кезінде анықталған кемшіліктерін жою мақсатымен бөлшектерді үйкеліспен дәнекерлейтін арнайы құрылғының конструкциясы жетілдірілді. Жүргізілген аналитикалық ізденістер негізінде күштік агрегат таңдалды, конструкциясы жобаланды. Жетілдірілген конструкция Siemens NX 12 қолдаңбалы бағдарлама пакетінде моделденді, жұмысшы сызбалары әзірленді. Арнайы конструкцияны құрастыру тәртібі, жұмыс істеу принциптары әзірленді.

Кілт сөздер: жону білдегі, үйкеліспен дәнекерлеу, арнайы құрылғы, моделдеу, жетілдіру, екі жақты пневматикалық цилиндр.

Кіріспе. Арматуралық сымдарды дәнекерлеу өнеркәсіпте және құрылыста кеңінен қолданылады. Қазіргі заманғы өнеркәсіптік құрылыста бөлшектер мен конструкциялардың ажыратыл-

майтын қосылысын алудың негізгі және ең озық технологиялық процесі үйкеліспен дәнекерлеу болып қала береді, оны қолдану көлемі үнемі өсіп келеді. Темірбетон конструкцияларының армату-

ралық сымдарын үйкеліспен дәнекерлеу осы процестің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді, өйткені дәнекерлеу үшін қымбат жабдықты, үлкен машиналарды, жоғары білікті жұмысшы қажет емес. Мұның бәрі жыл сайын қарқын алып келе жатқан Қазақстанның құрылыс процесіне де әсер етеді [1]. Бұл мәселені шешу үшін аналитикалық зерттеу жүргізілді [2, 3, 4, 5] және жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеуге арналған арнайы құрылғы әзірленді. Жұмыс сызбалары сызылды, құрылғы зертханалық сынақтан өтті [6]. Сынақ барысында келесі кемшіліктер анықталды:

- осьтік күш құрал күймешік тұтқасын қолмен ұстап тұру арқылы қамтамасыз етіледі, ал бұл сапалы дәнекерлеу жігін алуға қажетті қысымды қамтамасыз етпейді;

- дәнекерленген бөлшектерді тез тежеу мүмкіндігі жоқ.

Бұл мәселені шешу үшін әдеби және ашық интернет көздеріне шолу жасалды.

Аналитикалық зерттеу. Аналитикалық зерттеу дегеніміз-кез-келген деректерді егжей-тегжейлі талдау, соның негізінде шешім қабылдау.

Аналитикалық зерттеуді жүргізудің **мақсаты** жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеу үшін қажетті қысымды тудыратын күшті агрегаттарға шолу жасау және шолу нәтижесінде шарттарды ескеріп күштік агрегатты жобалау. Осы мақсатпен жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеуге бағытталған ғылыми жұмыстар [7, 8, 9, 10] қарастырылды.

Мына жұмыста [7] авторлар жону білдегінің негізінде AISI 310 маркалы тот баспайтын болатты дәнекерлеу кезіндегі беріктігі мен қаттылығын, созылу уақытын зерттеген. Күшті агрегат ретінде үздіксіз жетекті модификацияланған гидравликалық жүйе таңдалған. Зерттеу параметрлері: айналу жиілігі $n = 550, 1020, 1800$ айн/мин, дәнекерлеу уақыты $t = 25, 35, 45$ сек және дәнекерлеу температурасы $T = 1050^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Тәжірибе нәтижесінде AISI 310 маркалы тот баспайтын болаттың 45 секундта ең үлкен беріктігі $706,61 \text{ Н/мм}^2$, ал 25 секундта ең жоғарғы қаттылығы HRC 61 алынған.

Келесі зерттеу [8] жұмысында авторлар жону білдегінің негізінде үйкеліспен 6061 маркалы алюминий және жұмсақ болатты дәнекерлеген. Арнайы жабдық құрастырылмаған. Зерттеу мақсаты жону білдегінің арнайы құрылғысыз аталған материалдарды үйкеліспен дәнекерлеу мүмкіндігі. Ол үшін жұмсақ болат жону патронына (айналыдырыққа), ал 6061 маркалы алюминий бұрғылау патронына орнатылады. Бұрғылау патроны тек ығысу күшіне сәйкес бойлық бағытта қозғалады. Айналу жиілігі: $n = 686, 816, 1000$ айн/мин, $t = 60, 120, 180$ сек, $l = 1, 2, 3$ мм. Нәтижесінде сыналған материалдарды жону білдегінің негізінде арнайы құрылғысыз үйкеліспен дәнекерлеу мүмкіндігі дәлелденген.

[9] жұмыста жону білдегінің негізінде $\varnothing 100$ мм конструкциялық болатты үйкеліспен дәнекерлеу зерттелген. Күштік агрегат ретінде манометрлі гидравликалық домкрат алынған.

Домкрат конустық өзегі бар іргетас плитасының артқы құралкүймешегіне орнатылады. Нәтижесінде: $\varnothing 100$ мм болатты сымды, қысым $P = 100-330$ кПа, айналу жиілігі $n = 1700, 2700$ және 3700 айн/мин шарттарында үйкеліспен дәнекерлеу мүмкіндігі дәлелденді.

[10] жұмыста авторлар $\varnothing 10$ мм және 12 мм 070M20 маркалы тот баспайтын болатпен 2011-T3 маркалы алюминийден әзірленген сымдарды жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеу мүмкіндігін зерттеген. Күштік агрегат ретінде пневматикалық цилиндр таңдалған. Зерттеу шарттары: бір соташық жону білдегінің патронына, екіншісі пневматикалық цилиндрге қосылады, ол жону білдегінің артқы құралкүймешегіне бекітілді. Қысым $P = 400, 600$ және 800 кПа, шпиндельдің айналу жиілігі $n = 1000, 1400$ және 2000 айн/мин. Тәжірибе нәтижесінде пневматикалық цилиндрді қолдану арқылы, көрсетілген дәнекерлеу параметрлерінде дәнекерлеу мүмкіндігі дәлелденген.

Аналитикалық зерттеулер нәтижесінде мыналар анықталды және дәлелденді:

- жону білдегінің негізінде сапалы жік алу үшін қажетті қысымды ұстап тұруға күш агрегатын қолдана отырып, үйкеліспен дәнекерлеуге болады;

- күш агрегаты ретінде пневматикалық цилиндрді пайдалану дәнекерленген дайындамалардың жылдам қозғалысын қамтамасыз етеді және басқа қондырғылардың алдында көлемі ықшамды [10];

- пневмоцилиндрлер үйкеліспен дәнекерлеу кезінде сығылу сенімділігін және шапшаң әрекет етуді (іске қосылуды) қамтамасыз етеді.

Аналитикалық зерттеудің нәтижесінде жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеуге арналған құрылғыға пневмоцилиндрлі жетекті қолдану қабылданды.

Конструкторлық шешім. Бұл мәселені шешу үшін Қарағанды техникалық университетінің «Технологиялық жабдықтар, машина жасау және стандарттау» кафедрасында бұрын әзірленген жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеуге арналған арнайы құрылғының [6] конструкциясын жетілдіру жүзеге асырылды.

Зерттеудің негізгі мақсаты – арнайы құрылғының конструкциясын жетілдіру және оның технологиялық мүмкіндіктерін кеңейту.

Ол үшін жону білдегінің орнату беттері анықталды және белгіленді. Үйкеліспен дәнекерлеу процесі кезінде дұрыс бағытты қамтамасыз ету үшін бағыттауыш плита таңдалды, жұмысшы сызбасы құрастырылды (1-сурет).

Күш агрегаты ретінде тәжірибелік зерттеу жұмыстарында анықталған $P_{np} = 7$ МПа қамтамасыз ететін МЕСТ 6540-68 сәйкес екі жақты пневматикалық цилиндр жобаланды (кесте) және есептелді [2].

Пневматикалық цилиндрді бағыттаушы плитаға орнату және бекіту үшін МЕСТ 16894-71 сәйкес цилиндрлі орнату саусақтары (2-сурет) және

МЕСТ 4739-68 сәйкес білдектің жабдықтарына арналған құлақтар (3-сурет) таңдалды. Құлақтар бағыттаушы плитаға дәнекерленді, ал саусақтар құлақшаларға орнатылады, сәйкесінше пневматикалық цилиндрдің бекітілуі қамтамасыз етілді.

Үйкеліспен дәнекерлеуге арналған құрылғы жону білдегінің өлшемдеріне сәйкес орындалған. Дайын арнайы құрылғы жону білдегінің кескіш ұстағышының тірек бетіне орнатылады және МЕСТ 8742 бойынша артқы құралкүймешектің орталық осіне сәйкестігі тексеріледі.

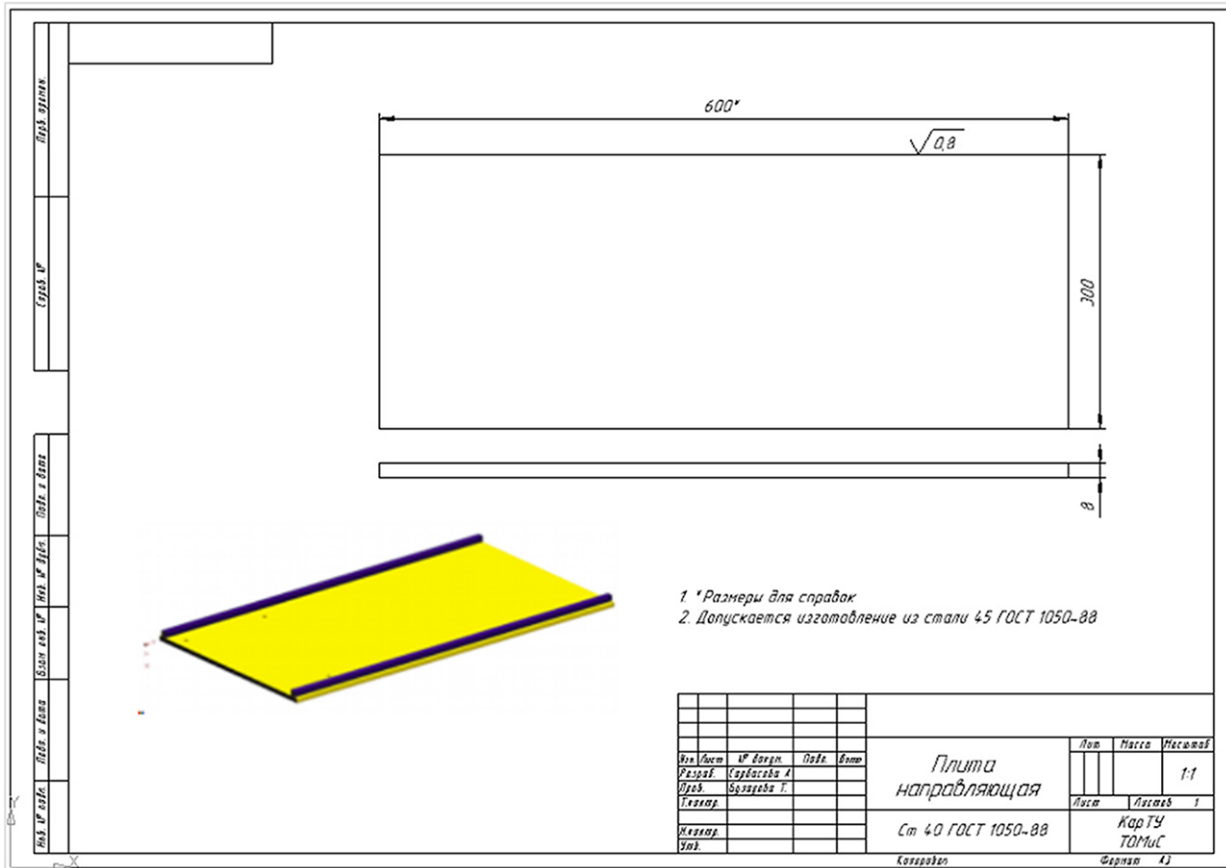
Siemens NX 12 бағдарламасында құрылғы конструкциясының моделі жобаланды (4-сурет) және орнату өлшемдері тексерілді.

5-суретте жетілдірілген үйкеліспен дәнекерлейтін құрылғының жалпы көрінісі келтірілген.

Жетілдірілген құрылғыны құрастыру келесі тәртіппен орындалады (5-суретті қараңыз): 2 негізге 9 кронштейн және 10 бұрыштық белгіге сәйкес орнатылып, оларды негізге дәнекерлейді. Бұран-

далардың көмегімен 9 кронштейнге 8 үшжұдырықшалы патрон бекітіледі. 1 пневматикалық цилиндрі екі жағынан 6 құлағымен және 5 орнату саусағымен бекітіледі. 4 плитасында 3 бағыттауыш және 1 пневматикалық цилиндр орналасқан, олар құрылғыны берілген траектория бойымен 0,5 мм болатын қажетті дәлдікпен жылжытуға арналған. Үйкеліс арқылы дәнекерлеуге арналған дайын құрылғы 11 жону білдегінің құралкүймешегіне орнатылып, бұрандалар көмегімен бекітіледі.

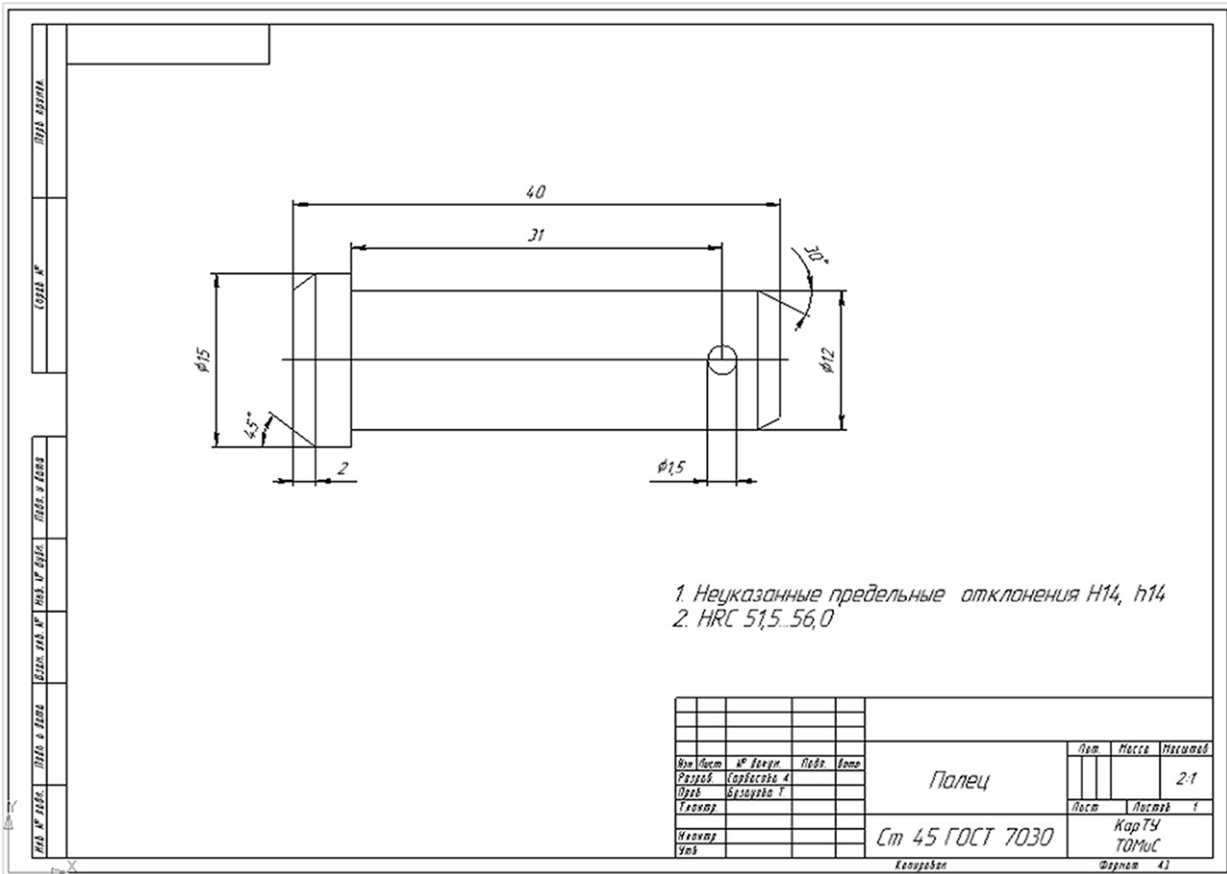
Жетілдірілген құрылғының жұмыс принципі (5-сурет): 13 жону білдегінің үшжұдырықшалы патронына қосымша иінтіректерді қолданбай кілттің көмегімен 12 айналатын бөлшек бекітіледі. Радиалды соғылу 0,5 мм аспауы тиіс. Құрылғының үшжұдырықшалы орталықтандыратын патронына 8 үйкеліспен дәнекерлеу үшін 7 айналмайтын бөлшек бекітіледі. Құрылғыны баптау жүзеге асырылады және білдектің ортасына қойылады, сонымен бірге 12 айналмалы және 7 айналмайтын



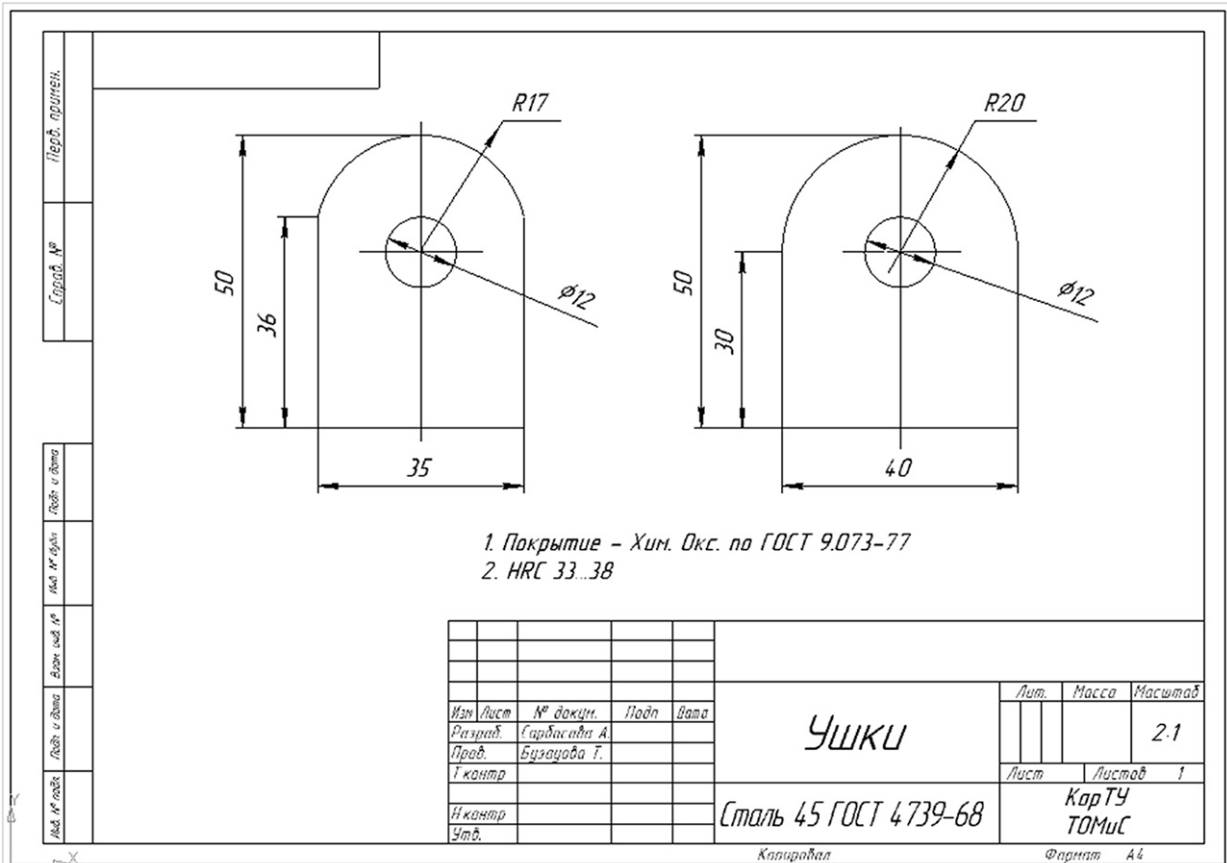
1-сурет – Бағыттаушы плита

Зерттеу нәтижелері

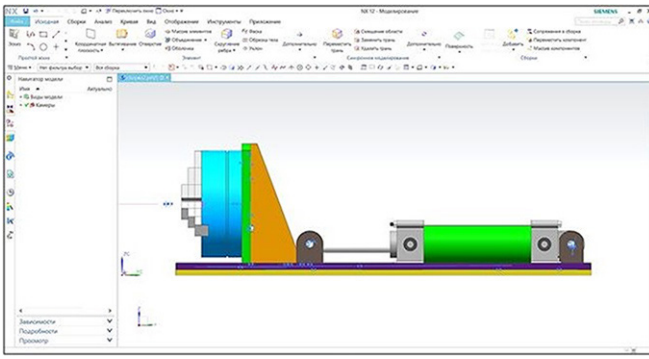
Әрекет бағыты	Поршень диаметрі D, мм	Шток диаметрі d, мм	Сығылған ауаның қысымы P, МПа	Күш F, кН
Итеру	45	-	7	11127
Тарту	45	20	7	8929



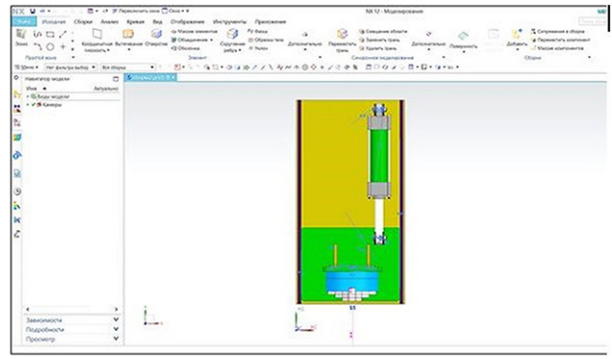
2-сурет – Орнату саусағы



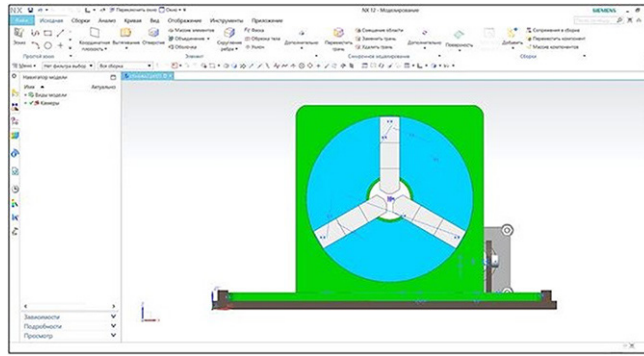
3-сурет – Құлақтар



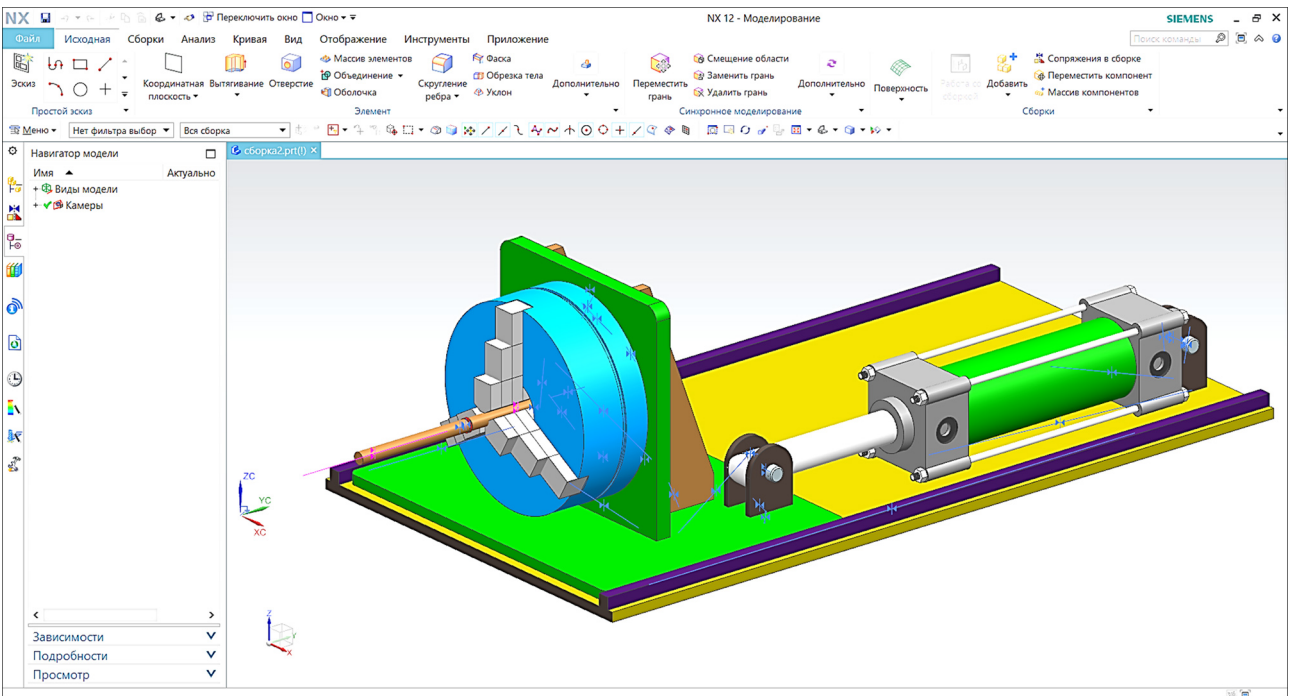
а



б



в



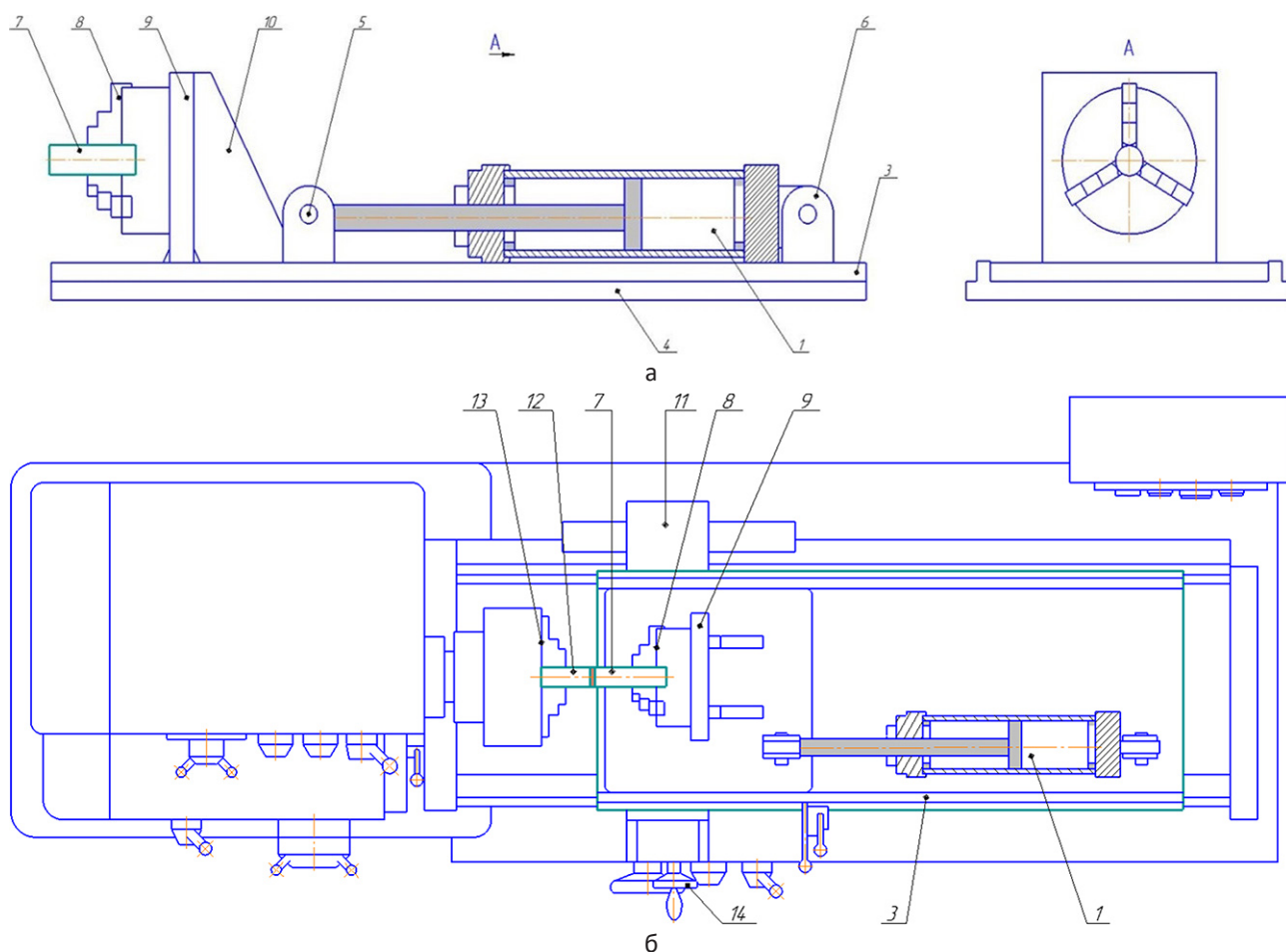
г

4-сурет – Siemens NX 12 бағдарламасындағы үйкеліспен дәнекерлеудің жетілдірілген құрылғы моделінің көріністері: а – фронтальды; б – жоғарыдан; в – бүйірден; г – кеңістіктегі

бөліктерді бір осьте қамтамасыз етеді. Дайындамаларға қажетті үйлесімділікті қамтамасыз ету үшін оларды жону білдегінің қысқыш патрондарына мықтап бекіту керек. Сонымен қатар, маңызды көрсеткіш ретінде қысқыштардан шығу ұзындығындағы дәнекерленген дайындамалардың қаттылығы саналады.

Үйкеліспен дәнекерлеуді жүзеге асыру үшін

келесіні орындаймыз: 11 құралкүймешектің бойлық қозғалысы 14 тұтқасын қолдана отырып, 1 пневмоцилиндрдегі поршеньді қажетті бағытта қозғалтады, ал сығылған ауа пневмоцилиндрдің поршень қуысына жіберіледі. Үлестіргіштің көмегімен шток қуысы атмосферамен қосылады, сығылған ауаның қысымы поршеньге әсер етіп, оны алдыңғы қақпаққа дейін жылжытады. Шток-



5-сурет – Жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлейтін жетілдірілген құрылғы: а – негізгі түрі; б – жоғарыдан қарағандағы көрінісі

ты жылжытатын пневмоцилиндр 3 бағыттауыш бойынша 1К62 білдектің патронына құрылғының «итерілуін» қамтамасыз етеді.

Жұмыс барысында 13 үшжұдырықшалы патронында бекітілген 12 айналатын бөліктің қозғалысы 1К62 білдектің шпинделінен беріледі. 9 кронштейнніңдегі D тесігі әртүрлі диаметрлі және ұзындықтағы дайындамаларды үйкеліс арқылы дәнекерлеуге мүмкіндік береді. Кері жүрісті орындау үшін сығылған ауаны шток қуысына, ал поршеньді атмосфераға қосу керек. Сығылған ауа қысымының әсерінен поршень қозғалады, ал шток жылжиды.

Зерттеу нәтижелері:

1. Жону білдегі негізінде үйкеліспен дәнекерлейтін құрылғының кемшіліктері анықталды.
2. Әдебиеттік, патенттік, ашық интернет көздеріне шолу жасалды.
3. Жетілдірілген жабдықтың жұмысшы және құрастыру сызбалары әзірленді.
4. Дәнекерлейтін сапалы жік алу үшін пневмоцилиндрдің Ø 20 мм соташығы, Ø 50 мм поршень таңдалды, есептелді.
5. Siemens NX 12 қолданбалы бағдарлама пакетінде жону білдегінің негізінде үйкеліспен дәнекерлеудің арнайы құрылғысының конструкциясы мен дәнекерлеуі моделденді.

Зерттеу жұмыстары Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің «Технологиялық жадықтар, машина жасау жән стандарттау» кафедрасының зертханаларында орындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Yessirkepova, A., Sherov, K., Buzauova, T.M., Mikhailov, V., Mazdubay, A., Taskarina, A. (2020). Research of ways of connecting reinforced bars in the production of reinforced concrete products / Journal of Applied Engineering (JAES) Science, Vol. 18, No. 3. Pp. 372-377. DOI: 10.5937/jaes18-24319.
2. Guilong Wang Jinglong Li, Weilong Wang, Jiangtao Xiong, Fusheng Zhang. Study on the Effect of Energy-Input on the Joint Mechanical Properties of Rotary Friction-Welding. Metals 2018, 8(11), 908; <https://doi.org/10.3390/met8110908>.

3. Gourav, Sardana, Ajay, Lohan. (2013). International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET). 2013, pp. 258-261. <http://ijet.com/wp-content/uploads/2013/07/41.pdf>.
4. Rama, Rao, A. Kiran Kumar Yadav, G. Sai Krishna Prasad. (2015). Design and Fabrication of Rotary Friction Welding on Lathe Machine: NATIONAL CONFERENCE on Developments, Advances & Trends in Engineering Sciences. 2015, pp. 20-24. http://www.ijera.com/special_issue/NCDATES/MECH/PART-3/ME%20126-2024.pdf.
5. Jagroop, Singh, Karamdeep, Singh. (2014). Fabrication of Friction Welding on Centre Lathe: A Case Study. International Journal of Research in Mechanical Engineering & Technology. 2014, pp. 145-147. <http://www.ijrmet.com/vol4issue2.2/29-Jagroop-Singh.pdf>.
6. Sherov, K.T., Yessirkepova, A., Buzauova, T.M. Lathe-based friction welding device / Patent No. 4676 of the Republic of Kazakhstan for a utility model. Bul. No. 6.
7. Iswar M., Nur R. Effect of friction welding conditions on tensile strength and hardness of AISI 3103 stainless steel joints / International Mechanical and Industrial Engineering Conference (IMIIEC-2018). Vol. 204. Pp. 1-6.
8. Sh. Bansode, Dr. Kedar H. Inamdar, Dr. Sharad V. Gaikwad. Experimental Investigation and Analysis of Tensile Strength of Dissimilar Friction Welded Joints of Aluminium 6061 and Mild Steel / International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). Vol. 9, Issue VII, July 2021. Pp. 3455-3462.
9. Gourav S., Ajay L. Friction Welding on Lathe Machine with special Fixture / International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET). Vol. 2, Issue 3, June 2013. Pp. 258-261.
10. Shah, K., Kurshid, H., Ul Haq, Kurshid, N., Ali, Z. (2021). Conversion of a Conventional Lathe Machine into a Friction Welding Machine and Performing Some Experimental Tests for its Operational Feasibility. Mehran university research journal of engineering and technology. Vol. 40, Issue 3, pp. 545-555. DOI: 10.22581/muet1982.2103.09.

Разработка конструкций приспособления для сварки трением на основе токарного станка с пневмотическим силовым приводом

¹**БУЗАУОВА Тоты Мейрбековна**, к.т.н., доцент, toty_77@mail.ru,

¹**САРБАСОВА Айшолпан Батырханкызы**, магистрант, aysholpans@mail.ru,

¹**ТУРЕХАНОВ Баянбек Ерланович**, магистрант, bayanbek-1999@mail.ru,

²**СИВАЧЕНКО Леонид Александрович**, д.т.н., профессор, 228011@mail.ru,

¹**МАТЕШОВ Арман Кариевич**, магистр, старший преподаватель, makashka_m@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь, Могилев, пр. Мира, 43,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель исследования – усовершенствовать конструкцию и расширить технологические возможности специального оборудования для сварки трением на базе токарного станка. С целью устранения недостатков, выявленных в ходе лабораторного испытания, проведена модернизация конструкций данного устройства. На основе проведенных аналитических исследований выбран и спроектирован силовой агрегат, который позволяет обеспечить требуемое давление проковки и тем самым качество сварного шва. Произведено моделирование в пакете прикладной программы Siemens NX 12 и разработаны чертежи, смоделирован принцип работы и разработана схема сборки.

Ключевые слова: токарный станок, сварка трением, специальное устройство, моделирование, модернизация, пневматический цилиндр двухстороннего действия.

Development of Constructions for Friction Welding Devices Based on a Lathe with a Pneumatic Power Drive

¹**BUZAUOVA Toty**, Cand. of Tech. Sci., Docent, toty_77@mail.ru,

¹**SARBASSOVA Aisholpan**, Master Student, aysholpans@mail.ru,

¹**TUREKHANOV Bayanbek**, Master Student, bayanbek-1999@mail.ru,

²**SIVACHENKO Leonid**, Dr. of Tech. Sci., Professor, 228011@mail.ru,

¹**MATESHOV Arman**, Master, Senior Lecturer, makashka_m@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Belarusian-Russian University, Republic of Belarus, Mogilev, Mira Avenue, 43,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the study is to improve the design and expand the technological capabilities of special friction welding equipment based on a lathe. In order to eliminate the shortcomings identified during the laboratory test, the modernization of the structures of this device was carried out. Based on the conducted analytical studies, a power unit was selected and designed, which allows to provide the required forging pressure and thereby ensures the quality of the weld. Modeling was performed in the Siemens NX 12 application package and drawings were developed, the principle of operation was modeled and the assembly scheme was developed.

Keywords: lathe machine, friction welding, special device, modeling, modernization, double-acting pneumatic cylinder.

REFERENCES

1. Yessirkepova, A., Sherov, K., Buzauova, T.M., Mikhailov, V., Mazdubay, A., Taskarina, A. (2020). Research of ways of connecting reinforced bars in the production of reinforced concrete products / Journal of Applied Engineering (JAES) Science, Vol. 18, No. 3. Pp. 372-377. DOI: 10.5937/jaes18-24319.
2. Guilong Wang Jinglong Li, Weilong Wang, Jiangtao Xiong, Fusheng Zhang. Study on the Effect of Energy-Input on the Joint Mechanical Properties of Rotary Friction-Welding. *Metals* 2018, 8(11), 908; <https://doi.org/10.3390/met8110908>.
3. Gourav, Sardana, Ajay, Lohan. (2013). International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET). 2013, pp. 258-261. <http://ijet.com/wp-content/uploads/2013/07/41.pdf>.
4. Rama, Rao, A. Kiran Kumar Yadav, G. Sai Krishna Prasad. (2015). Design and Fabrication of Rotary Friction Welding on Lathe Machine: NATIONAL CONFERENCE on Developments, Advances & Trends in Engineering Sciences. 2015, pp. 20-24. http://www.ijera.com/special_issue/NCDATES/MECH/PART-3/ME%20126-2024.pdf.
5. Jagroop, Singh, Karamdeep, Singh. (2014). Fabrication of Friction Welding on Centre Lathe: A Case Study. International Journal of Research in Mechanical Engineering & Technology. 2014, pp. 145-147. <http://www.ijrmet.com/vol4issue2.2/29-Jagroop-Singh.pdf>.
6. Sherov, K.T., Yessirkepova, A., Buzauova, T.M. Lathe-based friction welding device / Patent No. 4676 of the Republic of Kazakhstan for a utility model. Bul. No. 6.
7. Iswar M., Nur R. Effect of friction welding conditions on tensile strength and hardness of AISI 3103 stainless steel joints / International Mechanical and Industrial Engineering Conference (IMIIEC-2018). Vol. 204. Pp. 1-6.
8. Sh. Bansode, Dr. Kedar H. Inamdar, Dr. Sharad V. Gaikwad. Experimental Investigation and Analysis of Tensile Strength of Dissimilar Friction Welded Joints of Aluminium 6061 and Mild Steel / International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). Vol. 9, Issue VII, July 2021. Pp. 3455-3462.
9. Gourav S., Ajay L. Friction Welding on Lathe Machine with special Fixture / International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET). Vol. 2, Issue 3, June 2013. Pp. 258-261.
10. Shah, K., Kurshid, H., UI Haq, Kurshid, N., Ali, Z. (2021). Conversion of a Conventional Lathe Machine into a Friction Welding Machine and Performing Some Experimental Tests for its Operational Feasibility. Mehran university research journal of engineering and technology. Vol. 40, Issue 3, pp. 545-555. DOI: 10.22581/muet1982.2103.09.