

REPORTS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 6, Number 6 (2014), 15 – 19

UDC 621.01; 539.3; 539.62

ENGINEERING METHODS DEVELOPMENT OF MODELS OF HOISTING DEVICES

S.W.Dzholdasbekov, N.S. Imanbaeva, B.Tultaev,
A.T. Nurmaganbetova, A.B.Rakhmatulina

dgpimmash@mail.ru, kazrah@mail.ru, imanbaevan@mail.ru, b.tultaev@mail.ru

Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov
CS MES RK Almaty, Republic of Kazakhstan

Key words: hoist, mechanism, engineering method, Nuremberg scissors, hydraulic cylinder

Abstract. The purpose is to develop an engineering method of design plane lever mechanisms. Research Method: examined the kinematic synthesis method of quadratic approximation, kinetostatics and kinematic analysis, multi-criteria method of synthesis of Sable - Statnikova, a model of the new lifting device using APM Structure3D software and Autodesk Inventor, re-organized to optimize the transmission power of the exact results found.

Results of the study are to develop a model of lifting mechanism on the basis of joint-linkage, which has advantages over the known mechanisms. The resulting mechanism of the synthesis of a flat lever 8-bar linkage lifting mechanism by optimal power transmission has advantages over the known mechanisms: instability disappears in the highest position load area, increases operational reliability.

ӘОЖ 621.01; 539.3; 539.62

ЖҮК КӨТЕРГІШ МЕХАНИЗМНІҢ МОДЕЛІН ЖАСАУДЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК ӘДІСТЕМЕСІ

С.Ө. Жолдасбеков, Н.С. Иманбаева, Б.Тультаев,
А.Т. Нурмаганбетова, А.Б.Рахматулина

dgpimmash@mail.ru, kazrah@mail.ru, imanbaevan@mail.ru, b.tultaev@mail.ru

ҚР БҒМ ҒК "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" РМҚ,
Алматы қ.

Тірек сөздер: жүк көтергіш, механизм, инженерлік әдістеме, Нюрнберг қайшысы, гидроцилиндр.

Андатпа. Жұмыстың мақсаты: жүк көтергіш иініректі механизмдерді жобалаудың инженерлік тәсілін жасау. Зерттеу әдісі: квадраттық жуықтау әдісі бойынша кинематикалық синтез жүргізілген, Соболев-Статниковтың әдісімен көпкритерийлі синтез, APM Structure3D және Autodesk Inventor программаларын қолданып жүк көтергіш механизмнің моделі жасалды, нақты табылған нәтижелер бойынша күш берілісін қайта оптималдау жүргізілді.

Зерттеудің нәтижесінде жүк көтергіш механизмнің моделі жасалды. Жазық иініректі сегіз звенолы жүк көтергіш механизмнің күш берілісінің тиімді болу критерийі бойынша синтез нәтижесінен алынған механизмнің артықшылығы: жоғарғы шеткі жағдайында орнықсыздық болмайды.

Қолданыстағы жүк көтергіш механизмдердің ішінде «Нюрнберг қайшысы» типті механизм кеңінен қолданылады. Жүк көтергіш механизмдер бойынша патенттік зерттеу жүргізіліп, [1-7],

«Нюрнберг қайшысы» типті жүк көтергіш механизмнің жұмысы талданып, кемшіліктері анықталды. Оның негізгі себебі жиналған кезде механизм сингуляр күйге аса жақын орналасқан, сондықтан кинематикалық жұптардағы реакциялар өте үлкен, ал теңгеруші күштің мәні өте жоғары. Сондықтан осындай жүк көтергіш механизмдердегі гидроцилиндрлік тізбекті тиімді етіп жобалау әдістерін жетілдіру керек.

Гидроцилиндрінің күш берілісі тиімді болатын жүк көтергіш механизмнің моделін жасаудың инженерлік әдісінің алгоритмін ұсынамыз.

1. Қолданыстағы жүккөтергіштің техникалық сипаттамаларына сүйеніп, берілгендерін аламыз: платформаның биіктігі 2500 мм, массасы 800 кг, жүккөтергіштігі 1000 кг.

2. Жүк көтергіш механизмнің кинематикалық синтезі (геометриялық параметрлерін анықтау). Геометриялық параметрлерін анықтау үшін өлшенген айырым функциясын құрып, квадраттық жуықтау тәсілін пайдаланамыз. Нәтижесінде $X_A=0,34$, $X_D=1,5$ – A және D тіреулерінің координаттары; $l_{AB}=0,96$, $l_{BC}=0,49$, $l_{CD}=1,61$, $l_{BP}=2,08$, $l_{PC}=1,60$ – AB, CD, BC және BP, PC звеноларының ұзындықтары анықталады.

3. Кинематикалық, кинестатикалық анализ (топсалардың абсолют координатасын, топсалардағы реакция күштерін анықтау). Топсалардың абсолют координатасын анықтайтын теңдеулер құрылады. Топсалардағы реакция күштерін табу үшін, тепе-теңдік теңдеулері жазылады, саны жиырма төртке тең. Квадрат матрицаны шешу арқылы, механизмнің 44 орны үшін реакция күштері алынады. Осы теңдеулерді шешу үшін Microsoft Excel-дің ішінде Visual Basic тілінде Гаусс әдісін қолданып программа жазамыз [8, 9, бет 94-99].

4. Гидроцилиндрлік тізбекті оптималды жобалау. Гидроцилиндрдің орнын, теңгеруші күшті, тиімді күш берілісін анықтау. Механизм схемасында гидроцилиндр AB звеносымен платформаны қосып тұр. Ол үшін $F_{gener} = R_{81}$ күштің гидроцилиндрлік тізбекті қай нүктелерге жалғағанда

ең мәні аз болатының анықтау керек. Сондай-ақ $(KL)_{min}$, $(KL)_{max}$ мәндерін тауып, бұлардың өзгеру қатынасының қажетті мәннен аспауын қамтамасыз ету керек.

5. Вариацияланатын айнымалыларды енгізу (гидроцилиндрдің локальды координаталарын вариациялаймыз). Өзгертін x_K_loc, y_K_loc және x_L_loc, y_L_loc параметрлері, K және L топсаларының локальды координаталары вариацияланады. Шектеулер қоямыз:

$$x_K_loc = 0,5 \div 0,8; \quad y_K_loc = 0,1 \div 0,2; \quad x_L_loc = 1,3 \div 2; \quad y_L_loc = 0,08 \div 0,16$$

6. ЛПТ-генераторы арқылы Соболь-Статниковтың көпкритерийлі әдісі қолданылады. 32000 ЛПТ-нүктелерін (механизм варианттарын) қарастырамыз. [9 б.55-56, 10]

7. Үш критерий бойынша табылған механизм варианттарын іріктейміз. Реакция күші Φ_1 , теңгеруші күш Φ_2 , конструкциялық шектеу Φ_3 . 32000 ЛПТ-нүктелерін ішінен іріктеліп 644 механизм алынды. [9 б.102-104]

8. Механизм таңдап алынды.

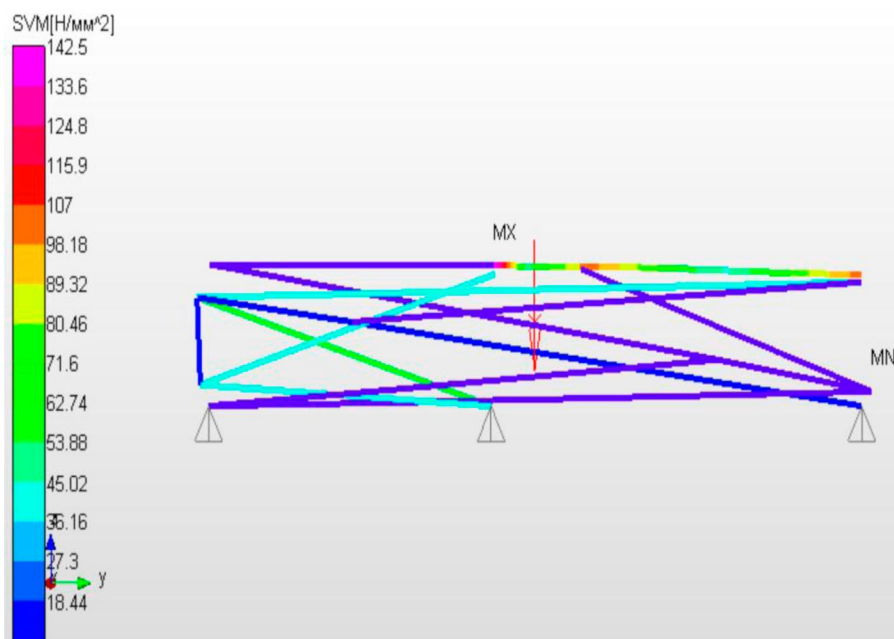
Таңдап алынған 1507 ЛПТ-тау нүктесіне сәйкес келетін механизм

Alpt	xK-Loc	yK-Loc	xL-Loc	yL-Loc	Φ_1	Φ_2	Φ_3	KLmin	KLmax
1 507	1,002	0,192	0,892	0,059	48 767	29 698	1,60	1,07	1,72

9. APM Structure 3D программасында звеноларға қима беріп, моделдеу. Звенолар қимасы ретінде швеллер таңдалып алынды. Механизмнің топсаларындағы реакция күштері, кернеуі анықталды. Топсаларындағы реакция күштері 2 кестеде, ал кернеудің 1 суретте картасы көрсетілген.

Кесте 2 - APM structure 3D программасындағы топсалардың реакциялар мәні

N	Түйін	Күш [Н]			Момент [Н*мм]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	0	0.0000	-4789,20998	4578,237	-0.0000	0.0000	0.0000
2	3	-0.0000	8565,0248	-1203,342	-0.0000	0.0000	0.0000
3	4	-0.0000	9987,8851	1903,945	-0.0000	0.0000	-0.0000



Сурет 1- Кернеу картасы

10. Табылған звенолардың жаңа массаларын қолданып, қайта 32000 ЛПт-нүктелерін (механизм варианттарын) қарастырамыз және табылған механизм варианттарын критерийлер бойынша іріктеп, ең тиімді механизмді таңдап аламыз. Нәтижелері 3 кестеде көрсетілген.

Кесте 3 - Іріктеліп алынған механизм

$Alpt$	$xK-Loc$	$yK-Loc$	$xL-Loc$	$yL-Loc$	Φ_1	Φ_2	Φ_3	$KLmin$	$KLmax$
5677	0.934	0.187	0.916	0.034	30440	20846	1.71	1.03	1.76
5797	0.882	0.195	1.080	-0.034	29755	27476	1.58	1.13	1.78
12601	0.850	0.182	1.042	-0.023	28400	24688	1.70	1.06	1.80

11. Inventor программасын пайдаланып, анықталған звенолардың қимасы арқылы механизмнің кеңістіктегі моделін жасаймыз. Нәтижесі 2 суретте механизмнің кеңістіктегі моделі сипатталған.

12. Жүк көтергіш механизмнің нақты моделі алынды.



Сурет 2 - Механизмнің кеңістіктегі моделі

Инженерлік әдістеме жүк көтергіш механизмдердің эксплуатациялық сенімділігін өсіреді, тиімді металл шығынына жеткізеді және механизмді жобалауда қолда бар сортаменттегі профильдерді звеноларда қолдануға мүмкіндік береді. Жұмыс нәтижелерінің практикалық маңызы бар. Олар көтергіш механизмдерді жобалауды жеңілдетеді, тиімді жобалауға мүмкіндік береді, есептеу уақытын қысқартады және қазіргі уақытта бұл механизмдердің ерекшелігі жөніндегі мәліметтерді толықтырады.

ӘДЕБИЕТ

- [1] RU 62 390 РФ Подъемник / А.С.Махожев М.; опубл.10.04.07 Бюл. № 10
- [2] RU 62 390 U1 РФ Подъемник / Махожев М.М.; опубл. 10.04.07 Бюл. № 10
- [3] RU 2297974 C1 РФ Шарнирно-рычажный механизм Подъемник / Коваль А.С.; опубл.27.04.07 Бюл. № 12
- [4] RU 2280007 C1 РФ Подъемник Подъемник / Елисеев А.С., Салдаев А.К., Салдаев; опубл.20.07.06 Бюл. № 20
- [5] Темирбеков Е.С. Кинематический и силовые исследования механизмов высоких классов с учетом упругости звеньев: дисс. ... док. тех. наук.- Алма-Ата, 1996 - с.8
- [6] Джолдасбеков У.А, Ибраев С.М., Нурмаганбетова А.Т. Кинестатика многоконтурных механизмов высоких классов с заданным относительным движением подвижных звеньев // Материалы международной конференции «Джолдасбековские чтения», 2006. – С. 65–70.
- [7] Нурмаганбетова А. Т. Синтез грузоподъемных механизмов с заданным относительным движением подвижных звеньев по критерию качества передачи силы: дисс. кан. тех. наук. -Алматы, 2009.- 60-77.
- [8] Статников Р.Б., Соболев И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.
- [9] Рахматулина А.Б. Жазық иінтіректі механизмдердегі күш берілісін оптималдау. ... док. PhD- Алма-Ата, 2013 - с.94-99
- [10] Kosbolov S.B., Rakhmatulina A.B., Tanzharikova G.P. Design of a New Load Lifting Mechanism // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013.- Vol.83. - P. 689–692.

REFERENCES

- [1] RU 62 390 RF Podemnik / A.S.Mahozhev M.; opubl.10.04.07 Bjul. № 10 (in Russ)
- [2] RU 62 390 U1 RF Podemnik / Mahozhev M.M.; opubl. 10.04.07 Bjul. № 10 (in Russ)
- [3] RU 2297974 C1 RF Sharnirno-rychazhnyj mehanizm Podemnik / Koval' A.S.; opubl.27.04.07 Bjul. № 12 (in Russ)
- [4] RU 2280007 C1 RF Podemnik Podemnik / Eliseev A.S., Saldaev A.K., Saldaev; opubl.20.07.06 Bjul. № 20 (in Russ)
- [5] Temirbekov E.S. Kinematicheskij i silovye issledovaniya mehanizmov vysokih klassov s uchedom uprugosti zven'ev: diss. ... dok. teh. nauk.- Alma-Ata, 1996 - s.8 (in Russ)
- [6] Dzholdasbekov U.A, Ibraev S.M., Nurmaganbetova A.T. Kinetostatika mnogokonturnyh mehanizmov vysokih klassov s zadannym otноситel'ny'm dvizheniem podvizhnyh zven'ev // Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Dzholdasbekovskie chtenija», 2006. – S. 65–70. (in Russ)
- [7] Nurmaganbetova A. T. Sintez gruzopodjomnyh mehanizmov s zadannym otноситel'ny'm dvizheniem podvizhnyh zven'ev po kriteriju kachestva peredachi sily: diss. kan. teh. nauk. -Almaty, 2009.- 60-77. (in Russ)
- [8] Statnikov R.B., Sobol' I.M. Vybor optimal'nyh parametrov v zadachah so mnogimi kriterijjami. – M.: Drofa, 2006. – 175 s. (in Russ)
- [9] Rakhmatulina A.B. Zhazyk iintirekti mehanizmderdegi kysh berilisin optimaldau. ... dok. PhD- Alma-Ata, 2013 - s.94-99 (in Kazakh)
- [10] Kosbolov S.B., Rakhmatulina A.B., Tanzharikova G.P. Design of a New Load Lifting Mechanism // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013.- Vol.83. - P. 689–692.

УДК 621.01; 539.3; 539.62

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

С.У. Джолдасбеков, Н.С. Иманбаева, Б.Тулътаев,

А.Т. Нурмаганбетова, А.Б.Рахматулина

dgpimmash@mail.ru, kazrah@mail.ru, imanbaevan@mail.ru, b.tultaev@mail.ru

«Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» КН МОН РК, г. Алматы

Ключевые слова: грузоподъемник, механизм, инженерная методика, Нюрнбергские ножницы, гидроцилиндр.

Аннотация. Цель работы: разработка инженерной методики проектирования плоских рычажных механизмов. Методы исследования: проведен кинематический синтез методом квадратического приближения, многокритериальный синтез методом Соболя-Статникова, разработана модель

грузоподъемного устройства с использованием программ APM Structure3D и Autodesk Inventor, повторно проведена оптимизация передачи силы по точным найденным результатам.

Результатом исследования является разработка модели грузоподъемного механизма на основе плоских рычажных механизмов. Полученный механизм в результате синтеза плоского рычажного восьмизвенного грузоподъемного механизма по критерию оптимальной передачи силы имеет следующее преимущество: исчезает неустойчивость в крайнем верхнем положении.

Жолдасбеков С.Ө., техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық Инженерлік академиясының академигі, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорнының бас директоры.

Джолдасбеков С.У., доктор технических наук, профессор, академик Международной Инженерной академии, генеральный директор Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Dzholdasbekov S.W., doctor of technical sciences, Professor, academician of the International Academy of Engineering, director general of the Republican State Enterprise on the right of business ' Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov" the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan.

Иманбаева Н. С., техника ғылымдары кандидаты. Жұмыс орны: ҚР БҒМ ҒК "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" ШДЖҚ РМҚ.

Иманбаева Н.С., кандидат технических наук. Место работы РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» КН МОН РК.

Imanbaeva N.S., candidate of technical sciences. Place of work on RSE RB "Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov" the C S MES RK.

Тультаяев Б., техника ғылымдарының кандидаты, профессор. Жұмыс орны: ҚР БҒМ ҒК "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" ШДЖҚ РМҚ.

Тультаяев Б., кандидат технических наук, профессор. Место работы РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» КН МОН РК.

Tultaev B., candidate of technical sciences, professor. Place of work on RSE RB "Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov" the C S MES RK.

Нурмаганбетова А.Т., техника ғылымдары кандидаты. Жұмыс орны: ҚР БҒМ ҒК "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" ШДЖҚ РМҚ.

Нурмаганбетова А.Т., кандидат технических наук, Место работы РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» КН МОН РК.

Nurmaganbetova A.T., candidate of technical sciences. Place of work on RSE RB "Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov" the C S MES RK.

Рахматулина А.Б., PhD. Жұмыс орны: ҚР БҒМ ҒК "Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты" ШДЖҚ РМҚ.

Рахматулина А.Б., PhD. Место работы РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова» КН МОН РК.

Rakhmatulina A.B., PhD. Place of work on RSE RB "Institute of Mechanics and Mechanical Engineering after Academician W.A. Dzholdasbekov" the C S MES RK.

Поступила 21.11.2014 г.