УДК 622.285

Буялич Константин Геннадьевич, доцент, к.т.н.,
(КузГТУ, г. Кемерово)
Konstantin G. Buyalich, associate professor,
candidate of engineering sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

РАСШИРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ГИДРОСТОЙКИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

EXTENSION OF TOOLS FOR DETERMINATION SEALING OF HYDRAULIC LEG OF POWERED SUPPORT

Аннотация: в статье определено направление для расширения инструментария по определения радиальных деформаций в характерных точках, влияющих на герметичность гидростойки механизированной крепи. Предлагается для построения имитационной 3D модели гидростойки механизированной крепи и определения геометрических и физико-механических параметров модели использовать метод обратного проектирования.

Annotation: the article identifies a direction for expanding the toolkit for determining radial deformations at characteristic points that affect the sealing of the hydraulic leg of powered support. It is proposed to use the reverse engineering method to build a 3D simulation model of the hydraulic support of mechanized support and to determine the geometric and physico-mechanical parameters of the model.

Герметичность гидравлических стоек механизированных крепей зависит от деформаций, возникающих в результате воздействия давления рабочей жидкости на стенки гидравлического цилиндра [1, 2, 3], которое возникает в поршневой полости и от угла установки гидравлической стойки в секции механизированной крепи.

Деформирование стенок гидравлического цилиндра в радиальном направлении приводит к раздутию силового цилиндра [4, 5]. Кривая распределения деформаций по длине цилиндра установлена на основе полученных исследований с использованием разработанной конечно-элементной модели [6, 7, 8], так же определены характерные точки, которые характеризуют качество работы гидростойки [9, 10] (рис. 1).

Непосредственно на герметичность гидростойки влияет значение радиальной деформации в 4-ой характерной точке, которая соответствует месту нахождения поршня и положению его первого уплотнения со стороны поршневой полости. Данное значение деформации определяет рабочий зазор между поршнем и цилиндром от которого зависит качество работы поршневого уплотнения и соответственно гидравлической стойки в целом.

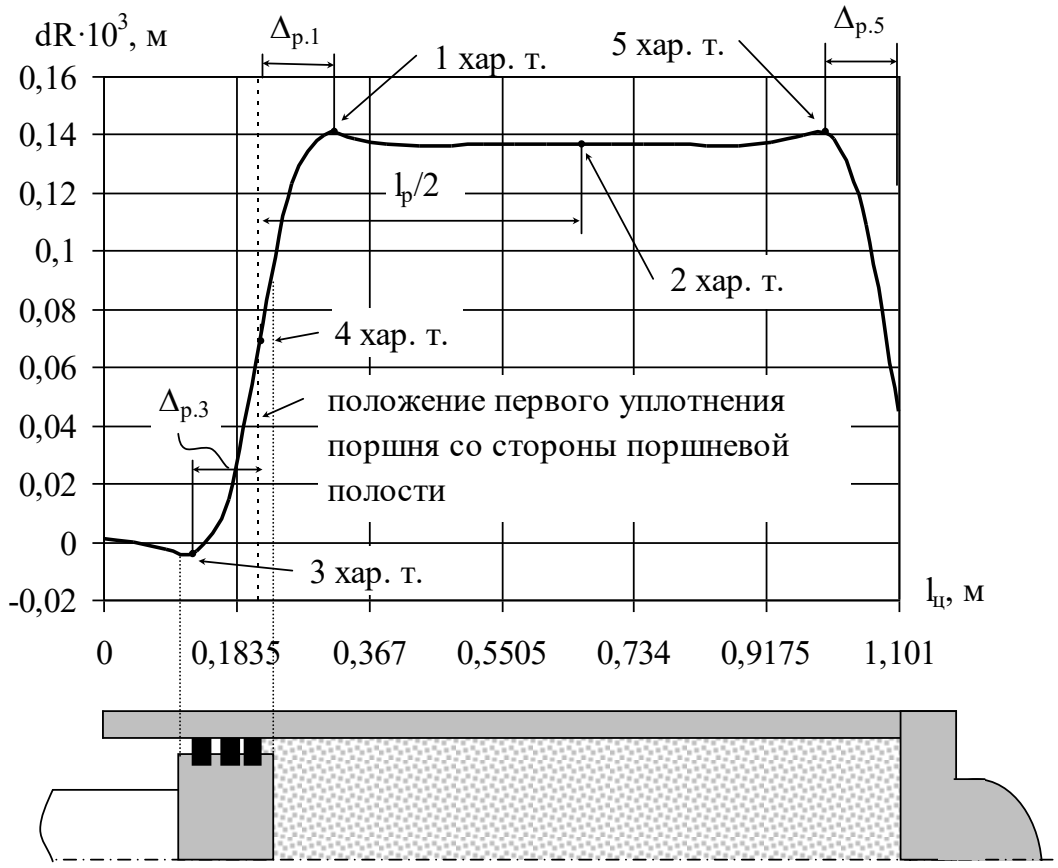

Рис. 1. Радиальные деформации рабочего цилиндра гидростойки и характерные точки.

Ранее разработанная параметрическая конечно-элементная модель для определения радиальных деформаций является упрощенной [11, 12, 13, 14] (рис. 2). Параметрами модели являются: $l_ц$ - длина рабочего цилиндра; $l_р$ – раздвижность; $d_{1в}$ – диаметр цилиндра; S – толщина стенки; $S_д$ – толщина донышка; P – давление рабочей жидкости; физко-механические свойства материала. Модель осесимметричная и не учитывает конструктивную связь поршня и цилиндра, а так же перекосы штока относительно цилиндра связанные с углом установки гидравлической стойки.

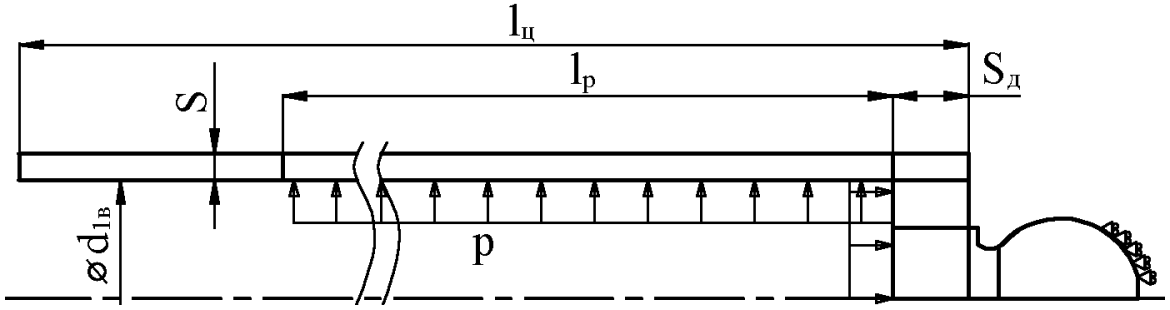

Рис. 2. Параметрическая модель рабочего цилиндра гидростойки

Геометрическая составляющая модели [15, 16] не учитывает всех особенностей реального гидравлического цилиндра, поршня и грундбуксы. Это связано с тем, что получить точную модель или конструкторскую документацию секции механизированной крепи и в отдельности гидравлической

стойки, а также ее составляющих не представляется возможным. Данная информация является закрытой и защищена правом интеллектуальной собственности. Производители не идут на встречу в данном вопросе и на все запросы по уточнению геометрических параметров, физико-механических свойств использованных материалов, квалитетов точности, допусков и посадок при соединении составляющих гидростойки между собой отвечают категоричным отказом.

Упрощенная модель строилась на основании инструкций по эксплуатации и документации с общими видами изделий, габаритными и присоединительными размерами и массой агрегата. А также использовались полученные ранее знания о конструкциях гидравлических цилиндрах, которые устанавливались на механизированных крепях типа ОКП70, М138, М130.

В качестве дальнейшего направления исследования предлагается произвести уточнение параметрической модели [17, 18] в области: геометрических размеров гильзы, поршня, штока, грундбуксы, канавок поршня и грундбуксы, в которые устанавливаются уплотнения и защитные кольца; определить физико-механические характеристики и марки стали для металлических составляющих, относительное удлинение при разрыве и параметры гиперупругости резиноподобных материалов для уплотнительных и защитных колец. Используя полученные параметры и характеристики будет построена 3D модель гидростойки.

Для построения цифровой 3D модели гидравлической стойки механизированной крепи предполагается использование метода обратного проектирования (реверс-инжиниринг). На основании полученной модели произвести имитационное моделирование работы гидростойки с учетом раздвижности, уплотняемых зазоров, давления рабочей жидкости и угла установки в механизированной крепи .

В качестве заключения расширения исследования будет произведено сравнение полученных результатов на основе упрощенной и уточненной 3D модели и определена погрешность вычислений.

Список литературы.

1. Классификация факторов, оказывающих влияние на работу манжетных уплотнений гидростоек механизированных крепей / Бяков М. А., Буялич Г. Д., Буялич К. Г. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № S65. – С. 29–37. – ISSN 0236-1493. – DOI 10.25018/0236-1493-2018-12-65-29-37.

2. Качество взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами / Б. А. Александров, Ю. А. Антонов, Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич, В. И. Шейкин. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2009. – 121 с. – ISBN 978-5-7511-1857-0.

3. Factors determining operation of lip seal in the sealed gap of the hydraulic props of powered supports / Buyalich G., Byakov M., Buyalich K. // E3S Web

of Conferences. – EDP Sciences, 2018. – Vol. 41 : IIIrd international innovative mining symposium. – # 01045. – 6 p. – DOI 10.1051/e3sconf/20184101045.

4. Оценка герметичности гидростоек механизированных крепей / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Динамика и прочность горных машин : сб. тр. II Междунар. конф., 28–29 мая. – Новосибирск : Ин-т горного дела СО РАН, 2003. – Т. 2. – С. 86–88.

5. Анализ работы уплотнений гидростоек механизированных крепей = Analysis of seals of hydraulic legs of power supports / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S7 : Современные технологии на горнодобывающих предприятиях. – С. 238–248. – ISSN 0236-1493.

6. Регулярная сетка конечных элементов манжетного уплотнения гидростоек = Regular lattice of finit elements collar seals hydro desk / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S3 : Горное машиностроение. – С. 119–121. – ISSN 0236-1493.

7. Comparative analysis of the lip seal in hydraulic power cylinder / Buyalich G.D., Buyalich K.G. // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 770 : Urgent Problems of Up-to-Date Mechanical Engineering. – P. 402–406. – ISSN 1660-9336 (print). – ISSN 1662-7482 (web). – ISBN 978-3-03835-483-3 (softcover). – ISBN 978-3-03826-949-6 (eBook). – DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.770.402.

8. Modeling of Hydraulic Power Cylinder Seal Assembly Operation / Buyalich G. D., Buyalich K. G. // Mining 2014 : Taishan Academic Forum – Project on Mine Disaster Prevention and Control : Chinese Coal in the Century: Mining, Green and Safety, China, Qingdao, 17–20 October 2014. – Amsterdam – Paris – Beijing : Atlantis Press, 2014. – P. 167–170. – (Advances in Engineering Research, ISSN 2352-5401). – ISBN 978-94-62520-28-8.

9. Методика составления модели гидростойки механизированной крепи для расчетов методом конечных элементов / Г. Д. Буялич, А. В. Воробьев, А. В. Анучин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S7 : Современные технологии на горнодобывающих предприятиях. – С. 257–262. – ISSN 0236-1493.

10. Влияние размерности модели на расчёт параметров цилиндров гидростоек / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2004. – № 5. – С. 42–44.

11. Обоснование плотности сетки цилиндра гидростойки при расчётах методом конечных элементов / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S3 : Горное машиностроение. – С. 126–129. – ISSN 0236-1493.

12. Буялич, Г. Д. Влияние размерности модели на расчёт параметров цилиндров гидростоек / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2004. – № 5. – С. 42–44.

13. Оценка точности конечно-элементной модели рабочего цилиндра гидростойки крепи / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S2 : Горное машиностроение. – С. 203–206. – ISSN 0236-1493.

14. Разработка модели для исследования шахтных гидравлических стоек двойной раздвижности / Буялич Г. Д., Бяков М. А., Буялич К. Г., Увакин С. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № S65. – С. 21–28. – ISSN 0236-1493. – DOI 10.25018/0236-1493-2018-12-65-21-28.

15. Исследование радиальных деформаций гидростоек двойной гидравлической раздвижности = Radial strains in two-stage hydraulic extension legs / Бяков М. А., Буялич Г. Д., Буялич К. Г., Увакин С. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № 1. – С. 133–140. – ISSN 0236-1493. – DOI 10.25018/0236-1493-2020-1-0-133-140.

16. Radial Strains of Double-layer Cylinders in Hydraulic Props of Powered Supports / Buyalich G. D., Buyalich K. G., Voevodin V. V. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2016. – Vol. 127: YIT-UPMME 2015. – # 012034. – DOI 10.1088/1757-899X/127/1/012034.

17. Radial deformations of working cylinder of hydraulic legs depending on their extension / Buyalich G.D., Buyalich K.G., Voyevodin V.V. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015. – Vol. 91 : VI International Scientific Practical Conference on Innovative Technologies and Economics in Engineering 21–23 May 2015, Yurga, Russia. – # 012087. – ISSN 1757-899X (Online). – ISSN 1757-8981 (Print). – DOI 10.1088/1757-899X/91/1/012087.

18. Определение деформаций рабочего цилиндра шахтной гидростойки / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2000. – № 6. – С. 70–71.