

## **ОТЗЫВ**

**зарубежного научного консультанта на диссертационную работу  
Асмағамбет Дианы Кенжебайқызы  
на тему «Исследование и разработка конструкции поворотного  
конвейера на основе обеспечения взаимодействия шарнирных  
соединений», представленную на соискание степени доктора философии  
(PhD) по направлению «Инженерия и инженерное дело», по  
образовательной программе 8D07101 - «Машиностроение»**

Диссертационная работы Асмағамбет Д. К. состоит из введения, основной части из четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Диссертация направлена на решение актуальной задачи создания поворотного скребкового конвейера, который позволяет обеспечить непрерывное транспортирование угля, залегающего в сложных горно-геологических условиях, а также может быть использован для транспорта по криволинейным выработкам и при сортировке твёрдых минералов. Конвейер и принципы его проектирования могут быть применены также для разработки калийных солей и полиметаллических руд.

Поэтому актуальность диссертационного исследования обоснована.

Анализ состояния проблемы выявил недостатки существующих систем, разработчики которых пытались решить эти вопросы, но так и не создали работоспособные и высокопроизводительные системы. Однако, они помогли автору найти новые технические решения, обеспечивающие возможности приспособляемости конструкции к новым технологиям применения, повышению прочности и, тем самым, определить направления увеличения длительности жизненного цикла машин.

В конструкции такого конвейера основной узел представляет из себя поворотную систему из шарниров, рассредоточенных с обеих сторон вертикально замкнутых рештаков. Разработка их надёжной конструкции для обеспечения технологических условий взаимодействия новых шарнирных соединений с бортами, с одновременным решением вопросов сборки сложного устройства и точности выполнения технологических зазоров между рештаками, основана на создании имитационных моделей многотельной динамической системы. Сложности создания таких моделей заключаются в движении машины в объёмном пространстве с разворотом в камеру, когда поворот можно выполнить, начиная от любого рештака. Фактически такие вопросы можно решить только на основе имитационного моделирования этих процессов, в основу которых заложена теория Эйлера-Лагранжа с приближёнными методами решений линеаризации уравнений динамики. В рассматриваемом случае при наличии технологических разрывов конструкций в зонах расположения шарниров, по которым движутся скребки, необходим анализ и проверка работоспособности созданных имитационных моделей, а также определение их области существования. Новые методы

имитационного моделирования для исследования предложенных конструктивных решений и их результаты, которые легли в основу методики экспериментальных исследований этих сложных неравномерных процессов, и составили научную новизну выполненных исследований.

Множественность движущихся шарниров, обеспечивающих соединения и повороты рештаков, и их силовое взаимодействие с тяговым органом со скребками приводят к необходимости создания базы данных для хранения результатов с их последующей обработкой при расчётах прочности и особенностей износа контактных зон рештаков. В этих зонах обеспечена устойчивость движения скребков и созданы модели расчёта их отпора.

Автором установлено, что безопасное движение ролика скребка достигается при диаметре не менее 40 мм, что обеспечивает малогабаритность конструкции, режим работы с реверсом при отсутствии зон роста пластического деформирования материала.

Проведены промышленные испытания шарнирных систем поворотного конвейера и обосновано устойчивое движение скребков одноцепного конвейера в зоне поворота, что подтвердило результаты имитационного моделирования движения скребков вдоль бортов рештака и става конвейера в след за комбайном при повороте става на угол до 90 градусов.

Получено соответствие результатов теоретических расчётов, имитационного моделирования в программе Adams и Ansys с производственным экспериментом.

Важным элементом сборки является технологический зазор между бортами соседних рештаков, возникающий при повороте рештаков. Разработана технология сборки ограниченной партии (стапельная сборка) с улучшением её точности за счёт конструктивной доработки зазора по месту и за счёт группирования деталей по отклонениям от средних величин размеров сборочной цепи, например, диаметров отверстий  $d_1, d_2 \dots d_i$  проушин и величин сближений центра их осей к поверхности борта конвейера.

При серийном изготовлении может применяться сборка с последующей обработкой стыковых поверхностей рештака в их собранном состоянии на крупногабаритных станках. Данный зазор определяется расчётом 3d-моделей, со средней величиной 8–9 мм, является случайным с нормальным законом распределения, при этом использование метода неполной взаимозаменяемости рекомендуется для серийного изготовления.

Разработанные приёмы имитационного моделирования и их программы, исследования напряжённо-деформированного состояния деталей и зоны интенсивного износа и технические регламенты сборки учтены в задании на разработку полноразмерного стенда для исследования скребкового поворотного конвейера в исполнении с асинхронным двигателем и гидроприводом натяжного устройства. Они также являются основой для создания опытного образца поворотного конвейера для камерной выемки.

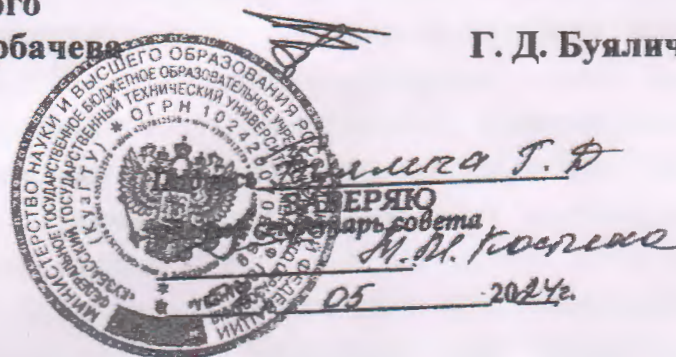
Практическая значимость работы заключается в разработке базовой конструкции шарнирных систем поворотного конвейера, учтённых в задании на разработку для изготовления конвейера, а также в определении режимов сборки, которые представлены в вариантах для серийно изготавливаемого устройства и для опытного образца.

Личный вклад автора заключается в постановке задач разработки имитационных моделей, проведении моделирования и контроля его результатов, разработке методики экспериментальных исследований и проведения стендовых и заводских испытаний шарнирной поворотной системы, определении её нагруженности, износостойкости, разработке регламентов и видов сборки, учёте случайного характера формирования технологического зазора между рештками и обеспечения его допустимой величины, износостойкости контактных зон при повороте конвейера в камеру, обеспечении безопасных параметров роликов скребков.

Считаю, что диссертационная работа Асмагамбет Дианы Кенжебайқызы на тему «Исследование и разработка конструкции поворотного конвейера на основе обеспечения взаимодействия шарнирных соединений», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по направлению «Инженерия и инженерное дело», по образовательной программе 8D07101 – «Машиностроение», является завершённым научным исследованием по актуальной теме, имеющем научную и практическую ценность, которое соответствует нормативным требованиям, а её автор Асмагамбет Диана Кенжебайқызы заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07101 – «Машиностроение».

**Научный консультант,  
д.т.н. профессор Кузбасского  
государственного технического  
университета имени Т.Ф. Горбачева**

**Г. Д. Буялич**



**8D07101 – «Машина жасау» білім беру бағдарламасымен «Инженерия және инженерлік іс» бағыты бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін Асмағамбет Диана Кенжебайқызының «Топса қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету негізінде бұрылмалы конвейердің конструкциясын зерттеу және әзірлеу» тақырыбында жазылған диссертациялық жұмысына шетелдік ғылыми кеңесшінің берген**

**ПІКІРІ**

Д.К.Асмағамбеттің диссертациялық жұмысы кіріспеден, төрт тараудың негізгі бөлігі, қорытынды, әдебиеттер тізімі, және қосымшалардан тұрады.

Диссертация бұрылмалы конвейерді құрудың өзекті мәселесін шешуге бағытталған. Бұл күрделі тау-кен және геологиялық жағдайда көмірді толассыз тасымалдауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, сондай-ақ, оны қисықсызықты өндірімде тасымалдау үшін және қатты минералдарды сұрыптау кезінде пайдалануға болады. Конвейер мен оны жобалау қағидаларын калий тұздары мен полиметалл кендерін әзірлеу үшін де қолдануға болады.

Сондықтан диссертациялық зерттеудің өзектілігі негізделген.

Мәселенің жай-күйін талдау қолданыстағы жүйелердің кемшіліктерін анықтады, жүйелерді әзірлеушілер аталған мәселелерді шешуге талпынды, бірақ жұмыс істейтін және жоғары деңгейдегі жүйелер жасай алмады. Алайда, олар авторға жаңа техникалық шешімдерді табуға көмектесті, осы шешімдер конструкцияның жаңа пайдалану технологияларына бейімделу, беріктігін арттыру мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді, және де, осылайша, олар машиналардың өмірлік циклінің ұзақтығын арттыру бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді.

Мұндай конвейердің конструкциясында негізгі түйін тігінен жабық астаулардың екі жағына таратылған топсалардың бұрылмалы жүйесі болып саналады. Күрделі құрылғыны құрастырудың бір мезгілде шешілуімен және астаулар арасындағы технологиялық тазартуды жүзеге асырудың дәлдігі бар, борттарымен жаңа топса қосылыстарының өзара әрекеттесуінің технологиялық жағдайын қамтамасыз ету үшін олардың сенімді конструкциясын әзірлеу көп денелі динамикалық жүйенің имитациялық модельдерін жасауға негізделген. Мұндай модельдерді құрудың қиындықтары бұрылысты кез келген астаудан бастауға болатын кезде камераға бұрылып, ауқымды кеңістікте машинаның қозғалысынан тұрады. Шын мәнінде, мұндай мәселелерді осы процестерді имитациялық модельдеу негізінде ғана шешуге болады. Бұл процестер динамика теңдеулерінің сызықтандыру шешімдерінің жуық әдістері бар Эйлер Лагранж теориясына негізделген. Қарастырылып тұрған жағдайда, конструкциялардың технологиялық үзілуі болған кезде, қырғыштар қозғалатын топсалардың орналасу аймақтарында құрылған имитациялық модельдерінің жұмысын талдау және тексеру қажет, сонымен қатар олардың жарамды болу аймағын анықтау қажет. Осы әркелкі процестердің эксперименттік зерттеу әдістемесінің негізін құрайтын

ұсынылған сындарлы шешімдерді және олардың нәтижелерін зерттеуге арналған имитациялық модельдеудің жаңа әдістері орындалған зерттеулердің ғылыми жаңалығын қалыптастырды.

Астаулардың қосылыстары мен бұрылыстарын қамтамасыз ететін қозғалмалы топсалардың көптігі, және олардың қырғыштары бар тарту органымен өзара әрекеттесуі астаулардың түйіспелі аймақтарында беріктігін және ескіру ерекшеліктерін есептеу кезінде кейіннен өндей отырып, нәтижелерді сақтауға арналған деректер базасын құру қажеттілігін туындатады. Бұл аймақтарда қырғыштар қозғалысының тұрақтылығы қамтамасыз етіліп, олардың тойтарыс берудің есептеу модельдері жасалды.

Автор қырғыш аунақшасының қауіпсіз қозғалысы диаметрі кемінде 40 мм кезінде қол жеткізілетіндігін анықтады, және бұл конструкцияның шағын көлемді болуын, материалдың пластикалық деформациясының өсу аймақтарының болмауы кезінде кері жұмыс режимін қамтамасыз етеді.

Бұрылмалы конвейердің топсалық жүйелерінің өндірістік сынақтары жүргізіліп, бұрылу аймағында бір тізбекті конвейер қырғыштарының тұрақты қозғалысы дәлелденген, және бұл қондырғыны 90 градусқа дейін бұрған кезде комбайннан кейін конвейердің қондырғысы мен астау борттарының бойымен қырғыштардың қозғалысын имитациялық модельдеу нәтижелерін растады.

Өндірістік эксперименті бар Adams және Ansys бағдарламасында теориялық есептеулердің, имитациялық модельдеудің нәтижелерінің сәйкестігі алынды.

Маңызды құрастыру элементі астауларды бұру кезінде пайда болатын көрші астаулардың ернеулері арасындағы технологиялық алшақтық болып есептеледі. Шектеулі бөлшекті құрастыру технологиясы (стапельді құрастыру) оның дәлдігін жетілдіре отырып әзірленген. Оны орны бойынша саңылауды конструктивті жетілдіру есебінен және құрастыру тізбегі өлшемдерінің орташа шамасынан ауытқулары бойынша бөлшектерді топтастыру есебінен жетілдірген. Мысалы, тесіктердің  $d_1, d_2...d_i$  саңылаулары диаметрлері мен олардың осьтері орталығының конвейер ернеу бетіне жақындау шамалары.

Сериялық өндірісте ірі көлемді станоктарда олардың жиналған күйдегі астаудың түйіскен беттерін кейін өндеумен құрастыруды қолдануға болады. Бұл саңылау 3 d-модельді есептеу арқылы анықталады, орташа шамамен 8-9 мм, және де қалыпты үлестіру заңмен кездейсоқ болып келеді, оның үстіне толымсыз өзара алмасушылық әдісін қолдану сериялық өндіріске ұсынылады.

Имитациялық модельдеудің әзірленген әдістері және олардың бағдарламалары, бөлшектердің кернеулі-деформацияланған күйінің зерттеулері және қарқынды тозу аймақтары мен құрастырудың техникалық регламенттері асинхронды қозғалтқышпен және керу құрылғысының гидрожетегімен орындау кезінде қырғышты бұрылмалы конвейерд зерттеуге арналған толық көлемді стендті әзірлеу тапсырмасында ескерілген. Сонымен бірге, олар камералы қазып алу үшін бұрылмалы конвейердің сынақ үлгісін жасау негізі болады.

Конвейерді жасауға арналған әзірleme тапсырмасында ескерілген бұрылмалы

сериялы жасалатын құрылғы мен сынақ үлгісіне арналған нұсқаларда ұсынылған құрастыру режимдерін анықтау жұмыстың практикалық маңызын білдіреді.

Автордың жеке үлесі имитациялық модельдерді әзірлеуден, оның нәтижелерін модельдеу мен бақылауды өткізуден, топсалы бұрылу жүйесінің эксперименталды зерттеулер әдістемесін әзірлеу, стендтік және зауыттық сынақтарын өткізуден, оның жүктемесін, тозуға төзімділігін, регламенттер мен құрастыру түрлерін әзірлеуден, астаулар арасындағы технологиялық саңылауды кездейсоқ қалыптастыруды есепке алудан және оның рұқсат етілген шамасын, конвейердің камераға бұрылуы кезінде түйісу аймақтарының тозуға төзімділігін қамтамасыз етуден, қырғыштардың аунақшаларының қауіпсіз параметрлерін қамтамасыз етуден тұрады.

8D07101 – «Машина жасау» білім беру бағдарламасымен «Инженерия және инженерлік іс» бағыты бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін Асмағамбет Диана Кенжебайқызының «Топса қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету негізінде бұрылмалы конвейердің конструкциясын зерттеу және әзірлеу» тақырыбында жазылған диссертациялық жұмысы нормативті талаптарға сәйкес келетін, ғылыми және практикалық құндылығы бар, өзекті тақырып бойынша толық аяқталған ғылыми зерттеу болып саналады, ал оның авторы Асмағамбет Диана Кенжебайқызы 8D07101 – «Машина жасау» білім беру бағдарламасы бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алуға лайықты деп санаймын.

Ғылыми кеңесші,

т.ғ.д., Т.Ф.Горбачев атындағы

Кузбас мемлекеттік техникалық

университетінің профессоры

/қолы /

Г.Д.Буялич

Мөр: РЕСЕЙ ФЕДЕРАЦИЯСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ  
ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ / ФЕДЕРАЛДЫ  
МЕМЛЕКЕТТІК БЮДЖЕТТІК ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
БЕРУ МЕКЕМЕСІ / Т.Ф.ГОРБАЧЕВ АТЫНДАҒЫ  
КУЗБАС МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНИКАЛЫҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ / (КузГТУ) / ОГРН 1024200708069 /  
ИИН 4207012578

Қолы: Буллига Г.Д.  
КУӘЛАНДЫРАМЫН  
кеңестің ғылыми хатшысы  
/қолы/ Т.М. Костина  
08.05.2024 ж.

Орыс тілінен қазақ тіліне аударған аудармашы Талғатова Жанар

Талғатова Жанар Бамағана



