

РЕФЕРАТИ

УДК 621.24

Позиційні гідропневмоагрегати / М. В. Черкашенко, Т. С. Салига, О. М. Фатєєв, Н. М. Фатєєва, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 4–8. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Описано принципи дискретного та дискретно-аналогового управління гідропневмоагрегатів технологічного обладнання. Можуть бути використані при розробці регуляторів повороту лопатей направляючого апарату гідроустаткування турбін, в гідроагрегатах ковальсько-пресового обладнання, в гідропневмоагрегатах металорізальних верстатів і промислових роботів та інших об'єктів автоматизації. Приводять до побудови схем, що дозволяють забезпечити високу точність позиціонування, мінімальні апаратні витрати, таким чином мають суттєві переваги.

Ключові слова: гідропневмоагрегати, позиціонування, схема, синтез, мінімальність, об'єкти автоматизації.

УДК 621.224

Чисельне дослідження течії рідини в проточній частині гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС / А. В. Русанов, О. В. Линник, П. М. Сухоребрій, О. М. Хорєв, Д. Ю. Косьянов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 9–15. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлено результати розрахункового дослідження просторової в'язкої течії рідини в проточній частині осьової поворотного-лопатевої гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС. Моделювання течії виконано на основі чисельного інтегрування рівнянь Рейнольдса з додатковим членом, що містить штучну стисливість. Для урахування турбулентних ефектів застосовано двопараметричну модель турбулентності Ментера (SST). Розрахунки проведено за допомогою програмного комплексу *IPMflow*. Дано аналіз структури потоку, осереднених параметрів і втрат енергії у всіх елементах проточної частини гідротурбіни при максимальному куті установки лопати робочого колеса $\varphi = 35^\circ$.

Ключові слова: чисельне моделювання, в'язка течія, проточна частина, осьова гідротурбіна, втрати енергії, програмний комплекс.

УДК 621.165

Чисельний аналіз нестационарних навантажень та аеропружних коливань лопаткового вінця останнього ступеня турбомашини з урахуванням нерівномірного в окружному напрямку протитиску / В. І. Гнесін, Л. В. Колодяжна, Р. Жандковські // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 16–19. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Подано результати чисельного аналізу аеропружної поведінки віброуючого лопатевого вінця турбінного ступеня у тривимірному потоці ідеального газу з урахуванням нерівномірного в окружному напрямку розподілу тиску. Чисельний метод ґрунтується на розв'язанні зв'язаної задачі нестационарної аеродинаміки та пружних коливань лопаток в нестационарній просторовій течії газу через лопатковий вінець останнього ступеня осьової турбіни. Показано, що нерівномірний в окружному напрямку розподіл тиску впливає на нестационарні навантаження та режими коливань лопаток.

Ключові слова: чисельний аналіз, ідеальний потік, ступінь осьової турбіни, автоколивання, зв'язана задача, нестационарне навантаження.

УДК 539.3

Оцінка залишкового ресурсу конструкцій проточної частини агрегатів ГЕС и ГАЕС з урахуванням тріщиностійкості / О. В. Лінник, О. М. Зеленська, Т. Ф. Медведовська, І. Є. Ржевська, О. О. Стрельнікова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 20–25. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Пропонуються методики та пакети прикладних програм для дослідження статичного та динамічного напружено-деформованого стану, оцінки ресурсу та довговічності кришок, камер робочих коліс агрегатів ГЕС та ГАЕС. Отримано числові результати, що дозволяють оцінити ресурс елементів гідротурбін із урахуванням реальних умов експлуатації. Виконано зіставлення розрахункових і фактичних даних зі стану досліджуваних об'єктів. Ці результати дадуть можливість конструкторові обґрунтувати необхідність модернізації існуючого устаткування ГЕС.

Ключові слова: кришка гідротурбіни, робоче колесо, камера робочого колеса, статика, динаміка, залишковий ресурс, довговічність.

УДК 519.2

Оцінка динамічних властивостей гідромеханічних слідкуючих рульових приводів систем керування літальних апаратів за частотними характеристиками їх динамічної жорсткості / Г. Й. Зайончковський // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 26–31. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2411-3441.

Показано можливість оцінки динамічних властивостей гідромеханічних слідкуючих рульових приводів систем керування літальних апаратів за частотними характеристиками їх динамічної жорсткості. Наведено динамічну модель роботи гідромеханічних слідкуючих рульових приводів в системі керування літального апарата і методи її лінеаризації. З використанням частотних методів теорії автоматичного управління проведено оцінювання динамічних і протифлатерних властивостей рульових приводів різних кінематичних схем. Отримано критерії оцінки стійкості рульового приводу за його амплітудно-частотною характеристикою динамічної жорсткості, а також критерії оцінки протифлатерних властивостей рульового приводу за його фазочастотною характеристикою динамічної жорсткості. Зроблено висновки щодо покращення динамічних властивостей рульового приводу за рахунок використання схеми приводу з «оберненою кінематикою».

Ключові слова: гідромеханічний слідкуючих рульових привод, система керування, літальний апарат, динамічні властивості, динамічна жорсткість, стійкість, протифлатерні властивості.

УДК 621.646.45: 621.05: 621.454.2

Уточнений розрахунок динамічних параметрів газу у сферичному балоні / С. А. Шевченко, О. Л. Григор'єв, М. С. Степанов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 32–40. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Виконано уточнення замкнутої дискретно-континуальної моделі пневмосистеми запуску ракетного двигуна, що враховує інерційність газу при його нестационарному випуску із балону. Зазначений ефект моделюється при використанні приведеної маси газу. Уперше для порожнини сферичної форми розроблений метод розрахунку приведеної маси й отримані аналітичні формули, зручні для практики. Показано, що врахування інерційності газу у горловині та штуцері балону змінює частоти коливань системи й поліпшує збіжність розрахункових і експериментальних даних. Розроблений математичний апарат використовується для уточнення розрахункової формули коефіцієнта тепловіддачі від газу до стінок балона.

Ключові слова: рідинний ракетний двигун, пневмосистема запуску, дискретно-континуальна модель, динамічний аналіз, приведена маса газу, теплообмін зі стінкою.

УДК 621.224

Особливості робочого процесу радіально-осьових гідротурбін на високі напори / О. В. Потетенко, Є. С. Крупа // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154) – С. 41–46. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Розглядаються особливості робочого процесу високонапірних радіально-осьових гідротурбін, причини втрат енергії у підвідних органах і в каналах робочого колеса, а також аналізуються сучасні методи математичного моделювання потоку. Досліджена вихрова структура потоку в підвідних органах і в робочому колесі високонапірних гідротурбін і причини, що впливають на нестационарність потоку. Запропоновано напрями вдосконалення проточних частин радіально-осьових гідротурбін.

Ключові слова: гідротурбіна, робоче колесо, спіральна камера, напір, потужність, втрати енергії.

УДК 621.224

Синтез мехатронного гідропривода робочого колеса гідротурбіни / З. Я. Лур'є, О. І. Гасюк, В. О. Булгаков, Л. М. Цехмістро, Є. М. Цента // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 47–52. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Досліджується робочий процес мехатронного гідропривода робочого колеса на основі удосконаленої математичної моделі. Поліпшення показників якості динамічних характеристик забезпечено введенням в пристрій керування двох ПІД-регуляторів з диференціальним ізодромним каналом настройки. Відпрацювання малих переміщень поршня сервомотора (малих кутів повороту лопатей) з достатньою для практики точністю досягнуто шляхом постановки і рішення задачі динамічного синтезу коригувального пристрою. Значення синтезованої кривої вводяться у програмне забезпечення комп'ютерної системи і в процесі роботи надходять у пропорційний канал ПІД, перетворюючи його у коригувальний пристрій. При цьому одночасно досягнута інваріантність робочого процесу щодо шкідливого впливу збільшення газомісту в двофазній робочій рідині до 15 %.

Ключові слова: математична модель, мехатронний гідропривід, робоче колесо, ПІД-регулятор, поворотлопатєва гідротурбіна, коригувальний пристрій, оптимізація, синтез.

УДК 621.225.001.4

Математична модель робочих процесів розподільної системи гідравлічного обертача планетарного типу / А. І. Панченко, А. А. Волошина, І. А. Панченко, Ю. П. Оберніхін // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 53–59. – Бібліогр.: 17 назв. – ISSN 2411-3441.

Розроблено математичний апарат і алгоритм розрахунку, що дозволяють визначити взаємозв'язок геометричних параметрів розподільної системи і вихідних характеристик гідрообертача планетарного типу. Представлено більш повний математичний опис процесів, що відбуваються у розподільній системі безпосереднього типу, що дозволяє досліджувати статичні і динамічні характеристики гідрообертача планетарного типу, що працює у складі гідроагрегата, з урахуванням впливу на нього конструктивних особливостей розподільної системи.

Ключові слова: високомоментний гідрообертач планетарного типу, розподільна система, робочі процеси, математична модель, геометричні параметри, вихідні характеристики.

УДК 621.224

Застосування блочно-ієрархічного методу для визначення гідродинамічних характеристик обернених гідромашин / В. Е. Дранковський, К. С. Рєзва // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 60–63. – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлено підхід до дослідження проточної частини радіально-осьових гідромашин на підставі математичного моделювання робочого процесу. Визначено переваги блочно-ієрархічного підходу на системі багаторівневого опису робочого процесу. Представлена загальна структура математичного опису за допомогою безрозмірних коефіцієнтів. А також приведена блок-схема для двох режимів роботи гідромашини і алгоритм для загального випадку розрахунку просторової течії рідини.

Ключові слова: насосний режим, турбінний режим, проточна частина, математична модель, баланс енергії, втрати енергії, алгоритм, об'ємна модель, течія рідини.

УДК 621.224.24

Експериментальні дослідження крутних моментів на лопатках напрямного апарату оберненої гідромашини / П. С. Зав'ялов, Ю. М. Кухтенков // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 64–67. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлено результати досліджень статичної та динамічної складових гідравлічного моменту на лопатках напрямного апарату оберненої гідромашини ОРО170 у полі універсальної характеристики для умов Дністровської ГАЕС, проведені в ГТЛ ВАТ «Турбоатом». Проведено аналіз отриманих результатів з метою виявлення режимів в робочому діапазоні гідромашини на яких мають місце підвищені вібрації лопаток напрямного апарату, визначена лінія обмеження потужності на основі аналізу статичної та динамічної складових гідравлічного моменту на лопатках напрямного апарату.

Ключові слова: модельна обернена гідромашина, лопатки направляючого апарату, насосний режим, турбінний режим, гідродинамічний крутний момент, тензометричний спосіб, універсальна чотириквADRANTна характеристика.

УДК 621.24

Підвищення енергетичних якостей турбобура / М. Б. Мараховський, О. І. Гасюк, М. М. Кузнєцова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 68–71. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Запропонована математична модель робочого процесу турбіни, яка дозволяє проводити прогнозу оцінку енергетичних якостей турбобура, та оцінити вплив точності виготовлення лопатевих систем проточної частини на енергетичні якості турбіни. Математична модель дозволяє описувати робочий процес у проточній частині з різним ступенем деталізації в залежності від стадії проектування.

Проведено аналіз впливу вихідного кута лопасті робочого колеса на ККД турбобура, який складений з робочих коліс з невеликими відхиленнями геометрії.

Ключові слова: турбобур, енергетична характеристика, математична модель, проточна частина, просторова решітка, вихідний кут лопасті робочого колеса.

УДК 622.245/7

Технологія видалення рідини з експлуатаційної колони глибокої свердловини / Д. В. Римчук // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 72–75. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Проведений аналіз факторів, які впливають на якість освоєння та дослідження свердловин. Запропоновано спосіб видалення рідини з експлуатаційної неперфорованої та перфорованої колон глибокої свердловини. Приведена схема облаштування гирла та вибою свердловини при видаленні рідини з експлуатаційної неперфорованої колони та технологія видалення рідини з експлуатаційної перфорованої колони. Описаний порядок вилучення внутрішньої колони ліфтових труб із свердловини після видалення рідини і отримання припливу флюїду при перфорованій експлуатаційній колоні.

Ключові слова: свердловина, рідина, експлуатаційна колона, ліфтові труби, внутрішньотрубний простір, кільцевий простір, зворотний клапан.

УДК 621.224

Особливості чисельного моделювання течії в'язкої рідини в каналах поглиблених лопатевих насосів низької та середньої швидкохідності / Н. Г. Шевченко, О. Л. Шудрик, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 76–81. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2411-3441.

Проведено аналіз особливостей робочого процесу і чисельного моделювання течії в'язкої рідини в ступені поглибленого відцентрового насоса з коефіцієнтом швидкохідності $n_s = 100$. Дано рекомендації щодо вибору моделі турбулентності та будівництву розрахункової сітки. Виконано трьохвимірне моделювання потоку за допомогою ANSYS CFX. Інтегральні характеристики насоса ЕВНД5-80, що отримано, добре стикуються з експериментом. Показана візуалізація розрахунку в проточній частині ступені.

Ключові слова: відцентровий насос, робоче колесо, напрямний апарат, ступень насоса, течія в'язкої рідини, математична модель, модель турбулентності, інтегральні характеристики.

УДК 539.3

Аналіз напружено-деформованого стану облицювання сталевозалізобетонної спіральної камери гідротурбіни РО310-В-600 під час гідровипробування / К. М. Ровний, О. В. Душин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 82–85. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Створено математичну модель для дослідження НДС вузла «статор-спіральна камера» РО310-В-600 згідно з розробленою схемою гідровипробування. Результати виконаного чисельного дослідження МКЕ дозволили виявити особливості НДС вузла «статор-спіральна камера» гідротурбіни РО310-В-600 під час гідровипробування. Виявлено зони локалізації напружень. Визначено вплив на рівень напружень конструктивних особливостей. Виконано порівняння рівня напружень в облицюванні спіральної камери під час гідровипробування та в об'єктованому стані.

Ключові слова: турбіна, сталевозалізобетонна спіральна камера, статор, гідровипробування, метод кінцевих елементів, математична модель.

УДК 539.3

Досвід обстеження заставних частин при модернізації ГЕС і ГАЕС / С. В. Артемова, В. М. Зархіна, Н. О. Ільчюва // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 86–89. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Фахівцями ПАТ «Турбоатом» розроблена програма натурального обстеження закладних частин гідротурбін, які відпрацювали нормативний ресурс, пропрацювавши 45-ть і більше років. Програма регламентує обсяг обстеження та порядок контролю елементів проточного тракту, оцінку їх технічного стану та призначення необхідних ремонтно-відновлювальних робіт. Програма натурального обстеження закладних частин гідротурбіни реалізована при модернізації гідротурбін Новосибірської ГЕС.

Ключові слова: модернізація, гідротурбіна, заставні частини, програма обстеження, пошкодження, контроль.

УДК 621.22

Математична модель удосконаленого гасителя пульсацій тиску / П. М. Андренко, О. В. Дмитрієнко, М. С. Свириченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 90–94. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Розроблено математичну модель удосконаленого гасителя пульсацій тиску з автоматичним підстроюванням параметрів у безрозмірних конструктивних параметрах. Описано особливості його конструктивного виконання та принцип роботи. Розраховані значення його коефіцієнта гасіння і критерії: узагальнений гашення пульсацій тиску та масогабаритний. Запропоновано використовувати для багатокритеріальної оптимізації конструктивних параметрів гасителя узагальнений критерій гашення пульсацій тиску у якості основного. Узагальнений критерій гашення пульсацій тиску і масогабаритний доцільно використовувати для порівняння показників технічного рівня гасителів різних типів.

Ключові слова: математична модель, гаситель пульсацій, коефіцієнт гасіння, безрозмірні параметри, оптимізація, критерії ефективності.

УДК 621.311.25

Математичні моделі систем і обладнання енергоблоків електростанцій для автоматизованого управління режимами їх експлуатації / Д. І. Кухтін, О. В. Єфімов, Т. В. Потаніна, Т. А. Гаркуша // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 96–104. – Бібліогр.: 74 назв. – ISSN 2411-3441.

Розглянуто математичні моделі парогенераторних і реакторних установок АЕС та їх допоміжного обладнання, паротурбінних установок АЕС і ТЕС, теплообмінного обладнання систем регенерації, конденсації і теплофікації енергоблоків АЕС і ТЕС. Показана необхідність вдосконалення математичних моделей систем та обладнання енергоблоків електростанцій для автоматизованого управління режимами їх експлуатації, що робить актуальними розробки та удосконалення математичного та алгоритмічного забезпечення, яке відповідає за автоматизацію систем управління енергоблоків АЕС і ТЕС.

Ключові слова: математична модель, системи обладнання, автоматизоване управління, алгоритм, енергоблок, електростанція.

УДК 621.225

Методика діагностики і налаштування гідравлічних систем тестером гідравлічним ТГ-200 / О. М. Фатєєв, Т. С. Салига, А. В. Красильник, О. В. Єрємін // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 106–110. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Розглянуті основні завдання діагностики гідравлічних систем. Пропонуються типові послідовності пошуку пошкоджень гідросистеми та її компонентів за допомогою гідротестера ТГ-200. Розглянуто схеми підключення гідротестера і послідовності дій при тестуванні насоса, запобіжного клапана, гідророзподільника, тестуванні та налагодженні гідросистеми за допомогою "Т" з'єднання. Представлені порівняльні характеристики (залежність витрати від величини тиску) для справного і дефектного насосів. Наведена методика діагностування та налаштування елементів гідросистем припускає мінімальне втручання в гідросистему, без демонтажу гідравлічних компонентів, що входять до системи. Застосування гідротестера ТГ-200 виключає необхідність у дорогих спеціальних стендах для проведення більшості діагностичних і регулювальних робіт.

Ключові слова: діагностика гідросистем, тестер гідравлічний ТГ-200, тестування насосів, тестування запобіжних клапанів, тестування гідророзподільників, "Т" з'єднання.

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.24

Позиционные гидропневмоагрегаты / М. В. Черкашенко, Т. С. Салыга, А. Н. Фатеев, Н. Н. Фатеева, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 4–8. – Библиогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Описаны принципы дискретного и дискретно-аналогового управления гидропневмоагрегатов технологического оборудования. Могут быть использованы при разработке регуляторов поворота лопастей направляющего аппарата гидрооборудования турбин, в гидроагрегатах кузнечно-прессового оборудования, в гидропневмоагрегатах металлорежущих станков и промышленных роботов и других объектов автоматизации. Приводят к построению схем, обеспечивающих высокую точность позиционирования, минимальные аппаратные затраты, таким образом имеющих существенные преимущества.

Ключевые слова: гидропневмоагрегаты, позиционирование, схема, синтез, минимальность, объекты автоматизации.

УДК 621.224

Численное исследование течения жидкости в проточной части гидротурбины ПЛ20 Кременчугской ГЭС / А. В. Русанов, А. В. Линник, П. Н. Сухоробрый, О. Н. Хорев, Д. Ю. Косьянов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 9–15. – Библиогр.: 5 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлены результаты расчетного исследования пространственного вязкого течения жидкости в проточной части осевой поворотно-лопастной гидротурбины ПЛ20 Кременчугской ГЭС. Моделирование течения выполнено на основе численного интегрирования уравнений Рейнольдса с дополнительным членом, содержащим искусственную сжимаемость. Для учета турбулентных эффектов применена двухпараметрическая модель турбулентности Менгера (SST). Расчеты проведены с помощью программного комплекса *IPMflow*. Дан анализ структуры потока, осредненных параметров и потерь энергии во всех элементах проточной части гидротурбины при максимальном угле установки лопасти рабочего колеса $\varphi = 35^\circ$.

Ключевые слова: численное моделирование, вязкое течение, проточная часть, осевая гидротурбина, потери энергии, программный комплекс.

УДК 621.165

Численный анализ нестационарных нагрузок и аэроупругих колебаний лопаточного венца последней ступени турбомашин с учетом неравномерного в окружном направлении противодавления / В. И. Гнесин, Л. В. Колодяжная, Р. Жандковски // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 16–19. – Библиогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлены результаты численного анализа аэроупругого поведения вибрирующего лопаточного венца турбинной ступени в трехмерном потоке идеального газа с учетом неравномерного в окружном направлении распределения давления. Численный метод основан на решении связанной задачи нестационарной аэродинамики и упругих колебаний лопаток в нестационарном пространственном потоке газа через лопаточные венцы последней ступени осевой турбины. Показано, что неравномерное в окружном направлении распределение давления за рабочим колесом влияет на нестационарные нагрузки и режимы колебаний лопаток.

Ключевые слова: численный анализ, идеальный поток, ступень осевой турбины, автоколебания, связанная задача, нестационарная нагрузка.

УДК 539.3

Оценка остаточного ресурса конструкций проточной части агрегатов ГЭС и ГАЭС с учетом трещиностойкости / А. В. Линник, О. Н. Зеленская, Т. Ф. Медведовская, И. Е. Ржевская, Е. А. Стрельникова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 20–25. – Библиогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Предлагаются методики и пакеты прикладных программ для исследования статического и динамического НДС, оценки ресурса и долговечности крышек, рабочих колес, камер рабочих колес агрегатов ГЭС и ГАЭС. Получены численные результаты, позволяющие оценить ресурс элементов гидротурбин с учетом реальных условий эксплуатации. Проведено сопоставление расчетных и фактических данных по состоянию исследуемых объектов. Эти результаты дадут возможность конструктору обосновать необходимость модернизации существующего оборудования ГЭС.

Ключевые слова: крышка гидротурбины, рабочее колесо, камера рабочего колеса, статика, динамика, остаточный ресурс, долговечность.

УДК 519.2

Оценка динамических свойств гидромеханических следящих рулевых приводов систем управления летательных аппаратов по частотным характеристикам их динамической жесткости / Г. И. Зайончковский // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 26–31. – Библиогр.: 12 назв. – ISSN 2411-3441.

Показана возможность оценки динамических свойств гидромеханических следящих рулевых приводов систем управления летательными аппаратами по частотным характеристикам их динамической жесткости. Приведены динамическая модель работы гидромеханических следящих рулевых приводов в системе управления летательного аппарата и методы их линеаризации. С использованием частотных методов теории автоматического управления проведена оценка динамических и противоблужательных свойств рулевых приводов ранних кинематических схем. Получены критерии оценки устойчивости рулевого привода по его амплитудно-частотной характеристике динамической жесткости, а также критерии оценки противоблужательных свойств рулевого привода по его фазочастотной характеристике его динамической жесткости. Сделаны выводы относительно улучшения динамических свойств рулевого привода за счет использования схемы привода с перевернутой кинематикой.

Ключевые слова: гидромеханический следящий рулевой привод, система управления, летательный аппарат, динамические свойства, динамическая жесткость, стойкость, противоблужательные свойства.

УДК 621.646.45: 621.05: 621.454.2

Уточненный расчет динамических параметров газа в шаробаллоне / С. А. Шевченко, А. Л. Григорьев, М. С. Степанов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 32–40. – Библиогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Выполнено уточнение замкнутой дискретно-континуальной модели пневмосистемы запуска ракетного двигателя, учитывающее инерционность газа при его нестационарном выпуске из шаробаллона. Указанный эффект моделируется при использовании приведенной

массы газа. Впервые для полости сферической формы разработан метод расчёта приведенной массы и получены аналитические формулы, удобные для практики. Показано, что учет инерционности газа в горловине и штуцере шаробаллона изменяет частоты колебаний системы и улучшает сходимость расчётных и экспериментальных данных. Разработанный математический аппарат используется для уточнения расчётной формулы коэффициента теплоотдачи от газа к стенкам баллона.

Ключевые слова: жидкостный ракетный двигатель, пневмосистема запуска, дискретно-континуальная модель, динамический анализ, приведенная масса газа, теплообмен со стенкой.

УДК 621.224

Особенности рабочего процесса радиально-осевых гидротурбин на высокие напоры / О. В. Потетенко, Е. С. Крупа // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 41–46. – Библиогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Рассматриваются особенности рабочего процесса высоконапорных радиально-осевых гидротурбин, причины потерь энергии в подводящих органах и в каналах рабочего колеса, а также анализируются современные методы математического моделирования потока. Исследована вихревая структура потока в подводящих органах и в рабочем колесе высоконапорных гидротурбин и причины, влияющие на нестационарность потока. Предложены направления совершенствования проточных частей радиально-осевых гидротурбин.

Ключевые слова: гидротурбина, рабочее колесо, спиральная камера, напор, мощность, потери энергии.

УДК 621.224

Синтез мехатронного гидропривода рабочего колеса гидротурбины / З. Я. Лурье, А. И. Гасюк, В. А. Булгаков, Л. Н. Цехмистро, Е. Н. Цента // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 47–52. – Библиогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Исследуется рабочий процесс мехатронного гидропривода рабочего колеса на основе усовершенствованной математической модели. Улучшение показателей качества динамических характеристик обеспечено вводом в устройство управления двух ПИД-регуляторов с дифференциальным издромным каналом настройки. Отработка малых перемещений поршня сервомотора (малых углов поворота лопастей) с достаточной для практики точностью достигнута путем постановки и решения задачи динамического синтеза корректирующего устройства. Значения синтезированной кривой вводятся в программное обеспечение компьютерной системы и в процессе работы поступают в пропорциональный канал ПИД, превращая его в корректирующее устройство. При этом одновременно достигнута инвариантность рабочего процесса относительно вредного влияния увеличения газосодержания в двухфазной рабочей жидкости до 15 %.

Ключевые слова: математическая модель, мехатронный гидропривод, рабочее колесо, ПИД-регулятор, поворотлопастная гидротурбина, корректирующее устройство, оптимизация, синтез.

УДК 621.225.001.4

Математическая модель рабочих процессов распределительной системы гидравлического вращателя планетарного типа / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко, Ю. П. Обернихин // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 53–59. – Библиогр.: 17 назв. – ISSN 2411-3441.

Разработан математический аппарат и алгоритм расчета, позволяющие определить взаимосвязь геометрических параметров распределительной системы и выходных характеристик гидровращателя планетарного типа. Представлено более полное математическое описание процессов, происходящих в распределительной системе непосредственного типа, позволяющее исследовать статические и динамические характеристики гидровращателя планетарного типа, работающего в составе гидроагрегата, с учетом влияния на него конструктивных особенностей распределительной системы.

Ключевые слова: высокомоментный гидровращатель планетарного типа, распределительная система, рабочие процессы, математическая модель, геометрические параметры, выходные характеристики.

УДК 621.224

Применение блочно-иерархического метода для определения гидродинамических характеристик обратимых гидромашин / В. Э. Дранковский, К. С. Резвая // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 60–63. – Библиогр.: 5 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлен подход к исследованию проточной части радиально-осевых гидромашин на основании математического моделирования рабочего процесса. Определены преимущества блочно-иерархического подхода на системе многоуровневого описания рабочего процесса. Представлена общая структура математического описания с помощью безразмерных коэффициентов. А также приведена блок-схема для двух режимов работы гидромашин и алгоритм для общего случая расчета пространственного течения жидкости.

Ключевые слова: насосный режим, турбинный режим, проточная часть, математическая модель, баланс энергии, потери энергии, алгоритм, объёмная модель, течение жидкости.

УДК 621.224.24

Экспериментальные исследования крутящих моментов на лопатках направляющего аппарата обратимой гидромашин / П. С. Завьялов, Ю. М. Кухтенков // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 64–67. – Библиогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Представлены результаты исследований статической и динамической составляющих крутящего момента на лопатках направляющего аппарата модельной обратимой гидромашин в поле четырехквadrантной характеристики для условий Днестровской ГАЭС, проведенные в ГТЛ ВАТ «Турбоатом». Проведен анализ уровней амплитуд составляющих крутящего момента, частот динамической составляющей, определены направления действия момента, даны рекомендации по выбору левой линии ограничения по мощности в турбинном режиме для исследуемой гидромашин с целью уменьшения возможных вибраций лопаток направляющего аппарата.

Ключевые слова: модельная обратимая гидромашин, лопатки направляющего аппарата, насосный режим, турбинный режим, гидродинамический крутящий момент, тензометрический способ, универсальная четырехквadrантная характеристика.

УДК 621.24

Повышение энергетических качеств турбобура / М. Б. Мараховский, А. И. Гасюк, М. М. Кузнецова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С. 68–71. – Библиогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Предложена математическая модель рабочего процесса турбины, позволяющая производить прогнозную оценку энергетических качеств турбобура, а также оценить влияние точности изготовления лопастных систем проточной части на энергетические качества турбины. Математическая модель позволяет описывать рабочий процесс в проточной части с различной степенью детализации, в зависимости от стадии проектирования.

Произведен анализ влияния выходного угла лопастей рабочего колеса на КПД турбобура, собранного из рабочих колес, имеющих небольшие отклонения.

Ключевые слова: турбобур, энергетическая характеристика, математическая модель, проточная часть, пространственная решетка, выходной угол лопастей рабочего колеса.

УДК 622.245.7

Технология удаления жидкости из эксплуатационной колонны глубокой скважины / Д. В. Рымчук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 72–75. – Библиогр.: 7 назв. – ISSN 2411-3441.

Проведенный анализ факторов, влияющих на качество освоения и исследования скважин. Предложен способ удаления жидкости из эксплуатационной неперфорированной и перфорированной колонн глубокой скважины. Приведенная схема обустройства устья и забоя скважины при удалении жидкости из эксплуатационной неперфорированной колонны и технология удаления жидкости из эксплуатационной перфорированной колонны. Описанный порядок изъятия внутренней колонны лифтовых труб из скважины после удаления жидкости и получения притока флюида при перфорированной эксплуатационной колонне.

Ключевые слова: скважина, жидкость, эксплуатационная колонна, лифтовые трубы, внутритрубное пространство, кольцевое пространство, обратный клапан.

УДК 621.224

Особенности численного моделирования течения вязкой жидкости в каналах погружных лопастных насосов низкой и средней быстроходности / Н. Г. Шевченко, А. Л. Шудрик, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 76–81. – Библиогр.: 12 назв. – ISSN 2411-3441.

Проведен анализ особенностей рабочего процесса и численного моделирования течения вязкой жидкости в ступени погружного центробежного насоса с коэффициентом быстроходности $n_s = 100$. Даны рекомендации по выбору модели турбулентности и построению расчетной сетки. Выполнено трехмерное моделирование потока с помощью ANSYS CFX. Полученные интегральные характеристики насоса ЭЦНД5-80 хорошо согласуются с экспериментом. Приведена визуализация результатов расчета в проточной части ступени.

Ключевые слова: центробежный насос, рабочее колесо, направляющий аппарат, ступень насоса, течение вязкой жидкости, математическая модель, модель турбулентности, интегральные характеристики.

УДК 539.3

Анализ напряженно-деформированного состояния облицовки сталежелезобетонной спиральной камеры гидротурбины РО310-В-600 при гидроиспытании / К. Н. Ровный, А. В. Душин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 82–85. – Библиогр.: 8 назв. – ISSN 2411-3441.

Создана математическая модель для исследования НДС узла «статор-спиральная камера» РО310-В-600 согласно разработанной схеме гидроиспытания. Результаты выполненного численного исследования МКЭ позволили выявить особенности НДС узла «статор-спиральная камера» гидротурбины РО310-В-600 при гидроиспытании. Выявлены зоны локализации напряжений. Определено влияние на уровень напряжений конструктивных особенностей. Проведено сравнение уровня напряжений в облицовке спиральной камеры при гидроиспытании и в обетонированном состоянии.

Ключевые слова: турбина, сталежелезобетонная спиральная камера, статор, гидроиспытание, метод конечных элементов, математическая модель.

УДК 539.3

Опыт обследования закладных частей при модернизации ГЭС и ГАЭС / С. В. Артемова, В. Н. Зархина, Н. А. Ильичева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 86–89. – Библиогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Специалистами ПАО «Турбоатом» разработана программа натурального обследования закладных частей гидротурбин, которые отработали нормативный ресурс, проработав 45-ть и более лет. Программа регламентирует объем обследования и порядок контроля элементов проточного тракта, оценку их технического состояния и назначение необходимых ремонтно-восстановительных работ. Программа натурального обследования закладных частей гидротурбины реализована при модернизации гидротурбин Новосибирской ГЭС.

Ключевые слова: модернизация, гидротурбина, закладные части, программа обследования, повреждения, контроль.

УДК 621.22

Математическая модель усовершенствованного гасителя пульсаций давления / П. Н. Андренко, О. В. Дмитриенко, М. С. Свириденко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 90–94. – Библиогр.: 10 назв. – ISSN 2411-3441.

Разработана математическая модель усовершенствованного гасителя пульсаций давления с автоматической подстройкой параметров в безразмерных конструктивных параметрах. Описаны особенности его конструктивного исполнения и принцип работы. Рассчитаны значения его коэффициента гашения и критерии: обобщенный гашения пульсаций давления и массогабаритный. Предложено использовать обобщенный критерий гашения пульсаций давления при многокритериальной оптимизации в качестве основного. Обобщенный критерий гашения пульсаций давления и массогабаритный целесообразно использовать для сравнения показателей технического уровня гасителей различных типов.

Ключевые слова: математическая модель, гаситель пульсаций, коэффициент гашения, безразмерные параметры, оптимизация, критерии эффективности.

УДК 621.311.25

Математические модели систем и оборудования энергоблоков электростанций для автоматизированного управления режимами их эксплуатации / Д. И. Кухтин, А. В. Ефимов, Т. В. Потанина, Т. А. Гаркуша // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 96–104. – Библиогр.: 74 назв. – ISSN 2411-3441.

Рассмотрены математические модели парогенераторных и реакторных установок АЭС и их вспомогательного оборудования, паротурбинных установок АЭС и ТЭС, теплообменного оборудования систем регенерации, конденсации и теплофикации энергоблоков АЭС и ТЭС. Показана необходимость совершенствования математических моделей систем и оборудования энергоблоков электростанций для автоматизированного управления режимами их эксплуатации, что делает актуальными разработки и усовершенствование математического и алгоритмического обеспечения, которое отвечает за автоматизацию систем управления энергоблоков АЭС и ТЭС.

Ключевые слова: математическая модель, системы оборудования, автоматизированное управление, алгоритм, энергоблок, электростанция.

УДК 621.225

Методика диагностики и настройки гидравлических систем тестером гидравлическим ТГ-200 / А. Н. Фатеев, Т. С. Салыга, А. В. Красильник, А. В. Ерёмин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 45 (1154). – С. 106–110. – Библиогр.: 6 назв. – ISSN 2411-3441.

Рассмотрены основные задачи диагностики гидравлических систем. Предлагаются типовые последовательности поиска

неисправностей гидросистемы и ее компонентов с помощью гидротестера ТГ-200. Рассмотрены схемы подключения гидротестера и последовательности действий при тестировании насоса, предохранительного клапана, гидрораспределителя, тестировании и настройки гидросистемы с помощью "Т" соединения. Представлены сравнительные характеристики (зависимость расхода от величины давления) для исправного и дефектного насосов. Приведенная методика диагностирования и настройки элементов гидросистем предполагает минимальное вмешательство в гидросистему, без демонтажа входящего в нее гидравлического оборудования. Применение гидротестера ТГ-200 исключает необходимость в дорогостоящих специальных стендах для проведения большинства диагностических и регулировочных работ.

Ключевые слова: диагностика гидросистем, тестер гидравлический ТГ-200, тестирование насосов, тестирование предохранительных клапанов, тестирование гидрораспределителей, "Т" соединение.

ABSTRACTS

UDC 621.24

Positional hydropneumatic units / M. V. Cherkashenko, T. S. Salyha, O. M. Fatyeyev, N. M. Fatieieva, L. R. Radchenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 4–8. – Bibliogr.: 6. – ISSN 2411-3441.

The principles discrete and digital-analog control hydropneumatic units of technological equipment was describe. It can be used in the development of regulators turning vanes guide vanes of hydraulic turbines and hydraulic equipment, hydraulic unit in the press-forging equipment, hydropneumatic units of machine tools and industrial robots and other automation objects too.

The proposed structure and the way we design, built on the principles of discrete control, has important advantages, as synthesized circuits contain simple discrete hydropneumatic equipment.

These principles lead to the construction schemes with high positioning accuracy, minimal hardware cost. Therefore it is have significant advantages.

Keywords: hydropneumatic units, positioning, scheme, synthesis, minimum, automation objects.

UDC 621.224

The numerical investigation of fluid flow in the flow part of Kaplan turbine PL20 Kremenchugskaya HPP / A. V. Rusanov, A. V. Lynnyk, P. N. Sukhorebryi, O. N. Khoryev, D. Yu. Kosianov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 9–15. – Bibliogr.: 5. – ISSN 2411-3441.

The results of numerical investigation of spatial flow of viscous incompressible fluid in flow part of Kaplan turbine PL20 Kremenchugskaya HPP are shown. Fluid simulation has been carried out on basis of numerical integration of the Reynolds equations with an additional term containing artificial compressibility. The differential two-parameter model of Menter (SST) is applied to take into account turbulent effects. The numerical integration of the equations is carried out using an implicit quasimonotone Godunov scheme of second-order accuracy on space and time. Discretization of the investigated flow part has been made by using unstructured grid with hexagonal cells, with a total of about 4,5 million. The calculations have been conducted by means of the software system *IPMFlow*, developed at the IPMach NASU. Analysis of flow pattern and the averaged parameters in the typical cross-sections of spiral case, wicket gate, runner and draft tube is given in the article. The dependence of energy losses in all flow part elements of Kaplan turbine upon operation conditions at maximum setting angle of the runner blade $\varphi = 35^\circ$ is shown.

Keywords: numerical modelling, viscous flow, flow part, Kaplan turbine, energy loss, software system.

UDC 621.165

Numerical analysis of unsteady loads and aeroelastic vibrations of blade row of the turbomachine last stage with taking into account non-uniform circumferential backpressure/ V. I. Gnesin, L. V. Kolodyazhnaya, R. Rzdakowski // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 16–19. – Bibliogr.: 8. – ISSN 2411-3441.

There performed the results of numerical analysis of the aeroelastic behaviour of a vibrating blade row of the turbine stage in a three-dimensional flow of an ideal gas, taking into account non-uniform of the pressure distribution in the circumferential direction. A numerical method is based on the solution of the coupled problem of the non-stationary aerodynamics and elastic vibrations of blades for non-stationary spatial gas flow through the blade rows of the last stage axial turbine.

3D ideal gas flow through the turbine stage with periodicity on the whole annulus is described by unsteady Euler equations in the form of conservation laws, which are integrated with use of the explicit monotonous finite-volume Godunov's difference scheme and moving hybrid H-H grid. The stator H-grid and rotor external H-grid remain unmoving during the calculation, while the rotor internal H-grid is rebuilt in each iteration according to each rotor blade moving, so that the external points remain unmoved, but points on the blade surface move connected rigidly with blade.

The structure analysis uses the modal approach and 3D finite element model of a blade.

It is shown that non-uniform circumferential pressure distribution affects on the unsteady loads and the regimes of the blades vibrations.

The presented method for solution of coupled aeroelastic problem allows to prognose the amplitude-frequency spectrum of blade oscillations in gas flow including the forced vibrations and self-excited oscillations (flutter or autooscillations).

Keywords: numerical analysis, ideal flow, stage axial turbine, autooscillations, coupled problem, unsteady load.

UDC 539.3

Estimation of remaining operation life and longevity of metal-intensive structures of Dniprodzerzhynsk HPP hydraulic turbine PL20/661-B930 water passage / O. V. Lynnyk, O. N. Zelenskaya, T. F. Medvedovskaya, I. Ye. Rzhetskaya, Ye. A. Strelnikova // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 20–25. – Bibliogr.: 7. – ISSN 2411-3441.

The regulatory document "Calculation of residual operation life of HPP and PSP turbine water passage elements. Instructional guidelines" COY-H MEB 40.1-21677681-51 is developed, in this document the following is proposed: methods for the static and dynamic strain-stress state inspection, estimation of life and longevity of head covers, runners, runner chambers of HPP and PSP units. The existing defects' influence on the structure longevity is taking into consideration. The potential theory taken with the finite elements method and boundary element method is applied. The methods developed in the regulatory document are used for numerical analysis of the strain-stress state and estimation of the residual operation life of the most metal-intensive structures of the hydraulic turbine water passage, the replacement of these elements presents severe difficulties. These elements are: covers and linings of runner chambers made of steel grade St3 of hydraulic turbines PL20/661-B-930 of Dniprodzerzhynsk HPP operated under the conditions of multicycle dynamic stress, the total service life of which after the units' modernization will constitute not less than 40 years. The numerical results are obtained, they allow to estimate the hydraulic turbine elements' life considering actual operating conditions. Design and actual data on the state of the objects under investigation are compared. The scope of modernization for efficiency guarantees fulfilment and the guaranteed power generation of modernized hydraulic turbines is proposed.

Keywords: turbine head cover, runner, runner chamber, statics, dynamics, remaining life, longevity.

UDC 529.735.064

Dynamic properties evaluation for hydraulic follower drive of aircraft control systems by their frequency characteristics and dynamic rigidity / H. I. Zaionchkovskiy // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2015. – No 45 (1154). – P. 26–31. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2411-3441.

The article shows the possibility of dynamical properties evaluation for the hydraulic follower drive used in rudder drives of aircraft control systems frequency characteristics of their dynamic rigidity. The paper gives a dynamic model of work for the hydraulic follower drive used in rudder drives of aircraft control systems, which includes the real rigidity of rudder drive and liquid compressibility in cavities of the drive force cylinder. Has been given methods for linearization of the obtained dynamic model. Using the frequency methods from automatic control theory the dynamical and anti-flutter characteristics of hydraulic follower drives with different kinematic schemes were evaluated. The transfer function of dynamic rigidity for rudder drive was obtained, and using it the frequency characteristics of dynamic rigidity of rudder drives with different kinematic schemes were built. The article presents the evaluation criteria for stability of the rudder drive by its amplitude-frequency characteristic of dynamic rigidity, and the evaluation criteria for the anti-flutter properties of the rudder drive by its phase-frequency characteristic of dynamic rigidity. It was reasoned the use in the aircraft control system of the rudder drive with the reverse kinematic, which has increased stability reserves and anti-flutter properties.

Keywords: hydraulic follower drive, control system, aircraft, dynamic properties, dynamic rigidity, anti-flutter properties.

UDC 621.646.45: 621.05: 621.454.2

Improved calculation of gas-dynamic parameters in spherical tank / S. A. Shevchenko, A. L. Grigoriev, M. S. Stepanov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 32–40. – Bibliogr.: 8. – ISSN 2411-3441.

It has been taken into account the inertia of the gas when discharge from spherical tank is unsteady. This effect has been modeled by using reduced mass of gas. For the first time the method of reduced mass calculation of the spherical cavity has been developed and suitable for practice analytical formulas have been obtained. It has been shown that taking into account of the gas inertia in the filler and in the connector of the spherical tank changes the frequency of system's oscillations and improves convergence of design and experimental data. The mathematical apparatus, which has been developed, is used for improving of the design formula for the coefficient of heat transfer from the gas to the tank walls.

Keywords: liquid-rocket engine, pneumatic starting system, discrete-continual model, dynamic analysis, equivalent mass of gas, heat exchange with wall.

UDC 621.224

Features of working process Francis turbines at high discharge heads / O. V. Potetenko, E. S. Krupa // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 41–46– Bibliogr.: 7. – ISSN 2411-3441.

The article deals with researches of features workflow of high-pressure Francis turbines, the causes of energy loss in the supply elements and channels of runner.

Is investigated vortex structure of the flow in the water supply element and in the runner of high-pressure hydraulic turbines and factors influencing the unsteady flow, causing the pressure pulsation and vibration in the end walls defining the flow. Experimental research of the flow in the spiral, the stay blades and the guide apparatus of the turbine revealed the presence of large-scale vortex formation in the meridional section spiral type "vortex pair."

Directions of improving the flow of parts Francis turbines that improve their performance and especially efficiency, reliability and durability of the hydraulic unit. The work presents new type of lead organ with the converging nozzle assembly, combined with the stay blades and the guide apparatus.

Keywords: turbine, runner, spiral, head, output, energy losses.

UDC 621.224

Synthesis of mechatronic hydraulic drive of hydroturbine runner / Z. Ya. Lurye, A. I. Gasyuk, V. A. Bulgakov, L. N. Tsekhmistro, E. N. Tsenta // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 47–52. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2411-3441.

In the article the working process of mechatronic hydraulic drive of the runner is investigated on the basis of the advanced mathematical model. The improvement of quality indexes of dynamic characteristics is provided with an input into control device of two PID-regulators with the differential isodromic channel settings. Adjustment of the small displacements of the servomotor piston (small rotation angles of the blades) with sufficient accuracy for practice is achieved by formulation and solution of the problem of correcting device dynamic synthesis. The values of the synthesized curve are entered the computer system software and in the process of work they come into the PID proportional channel transforming it into a correcting device. Simultaneously the invariance of working process is achieved regarding harmful influence of gas content increase in two-phase working fluid up to 15 %.

Keywords: mathematical model, mechatronic hydraulic drive, runner, PID-regulator, Kaplan turbine, correcting device, optimization, synthesis.

UDC 621.225.001.4

The mathematical model of the working processes in the distribution system of the hydraulic planetary rotator / A. I. Panchenko, A. A. Voloshina, I. A. Panchenko, Yu. P. Obernihyn // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154) – P. 53–59 – Bibliogr.: 17. – ISSN 2411-3441.

Theoretical studying of the system for the working fluid distribution in the hydraulic planetary rotators has been conducted. This allowed to define geometrical parameters of the distribution system elements as well as to study their influence on the change in output characteristics of the planetary rotator. The mathematical model of the working processes, which take place in the distribution system, has been developed. The model gives an opportunity to research the relation between the system's geometrical parameters and the output characteristics of the planetary rotator. This makes it possible to investigate the static and dynamic characteristics of the hydraulic planetary rotor, which works as a part of a hydraulic unit. Moreover the model application enables to define the influence of design features of the distribution system on its static and dynamic characteristics. The developed mathematical model is considered to be the basis for the improvement of the calculating and design theory, which allows to define the working surfaces in the distribution system of the hydraulic planetary rotator.

Keywords: high-torque hydraulic planetary rotator, distribution system, working processes, mathematical model, geometrical parameters, output characteristics.

UDC 621.224

Application of block-hierarchical method for the determination of the hydrodynamic characteristics of reversible hydraulic machines / V. E. Drankovskiy, K. S. Rezvaya // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 60–63. – Bibliogr.: 5. – ISSN 2411-3441.

The approach to investigation of the water passage of the radial-axial hydraulic machines based on mathematical modeling of working process is presented. Advantages block-hierarchical approach to the system of multi-level description of the working process is defined. The overall structure of the mathematical description by means of dimensionless coefficients is presented. In addition, a block diagram for the pump and turbine operating

modes of the hydraulic machine and algorithm for the general case of the numerical investigation of the 3D flow in the water passage of the aggregate are presented. The spatial calculation of fluid flow by using of the program complex is described. Features of the calculation in the program ANSYS-CFX are presented.

Keywords: pumping mode, turbine mode, water passage, mathematical model, energy balance, energy loss, algorithm, volume model, fluid flow.

UDC 621.224.24

Experimental studies torques on guide vanes reversible hydraulic machine / P. S. Zavalov, Y. M. Kukhtenkov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 64–67. – Bibliogr.: 6. – ISSN 2411-3441.

Reversible hydraulic reliability largely depends on the intensity of the hydrodynamic forces acting on the blades NA. Experimental determination of the torques on shoulder blades allows you to obtain reliable information for a wide range of operating modes of the hydraulic machine, including-pump, turbine, counter-braking mode and return pump, which is necessary for the development and design of the blades NA and the rotation mechanism, as well as to improve the theoretical methods of their determination. The results of studies of static and dynamic components of the torque on the blades NA reversible hydraulic machine in the universal characteristic for the conditions of the Dniester PSP conducted in GTL BAT "Turboatom". The analysis of the results obtained in order to identify the mode operating range of hydraulic machines in which there are high vibration blades NA defined limit line capacity based on the analysis of static and dynamic components of the hydraulic torque on the blades NA. The article provides an analysis of the frequency of the hydraulic torque.

Keywords: reversible hydraulic model machine, guide vanes that make up the hydrodynamic torque, pumping mode, turbine mode, strain method, four-quadrant universal characteristic.

UDC 621.24

Improving the energy qualities of the turbodrill / M. B. Marakhovsky, A. I. Gasiyk, M. M. Kuznechova // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 68–71. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2411-3441.

A mathematical model of working process of the turbine, enabling a predictive assessment of the energy characteristics of the turbodrill, and to assess the influence of the manufacturing precision of vane systems on flow-through part of the energy quality of the turbine.

The mathematical model allows to describe the workflow in the flow part, with varying degrees of detail, depending on the design stage.

The proposed method of modeling allows us to assess the impact of deviations of angles of the vane systems taking place at their manufacturing energy characteristic of the turbine and to investigate the influence of scatter of actual geometrical parameters of a flowing part on the energy quality of the turbodrill. Analysis of the data shows a significant change in the coefficient of the theoretical intensity and, as a consequence, the efficiency of the turbodrill with a small change in output angle of a blade system of the impeller.

The results confirm a significant influence of the deviation of the output angle of a blade system of the impeller on the energy qualities of the turbodrill.

In the assembly of the turbodrill should be a selection of impellers for the specified geometric parameter that will improve the energy qualities of the turbodrill.

Keywords: the turbodrill, energy characteristics, mathematical model, flow part, spatial lattice, output angle of a blade system of the impeller.

UDC 622.245.7

Technology removal of fluid from the deep hole production string / D. V. Rymchuk // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P.72–75. – Bibliogr.: 7. – ISSN 2411-3441.

The analysis of factors affecting the quality of research and development wells. These existing methods of removing fluid from the well and call methods inflow of fluid. A new way to remove fluid from the operational punched and perforated columns deep wells. Present location and arrangement of the mouth of the bottom hole while removing fluid from the operational technology punched columns and removing fluid from the operational perforated column. The described procedure for extracting internal column lift pipes from the well after the removal of fluids and get influx of fluid in the perforated production string. Designated way communication pipe space outdoor column lift pipes from the production string after removing the inner column lift pipes for the introduction of wells in operation. Analyzed the design of devices for the installation of the bottom of the elevator pipes.

Keywords: well, liquid, operational column, lift pipes, the in-line space, the annular space, the check valve.

UDC 621.224

Features of numerical modeling flow of viscous liquid in channels of submersible bladed pumps of low and average rapidity / N. G. Shevchenko, A. L. Shudrik, L. R. Radchenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 76–81. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2411-3441.

The analysis of features of working process and numerical modeling of a current of viscous liquid is carried out to steps of the submersible centrifugal pump with coefficient of rapidity of $n_s = 100$.

Recommendations about a choice of model of turbulence and creation of a settlement grid in flowing part are made. Three-dimensional modeling of a stream of liquid in the submersible centrifugal pump by means of the program ANSYS CFX complex is executed. Good coordination of settlement and experimental integrated characteristics of the pump ESP5-80 is received. Visualization of results of calculation of kinematics of a stream, distribution of speed and pressure is given in flowing part of a step.

Possibilities of use of program production of ANSYS CFX are analyzed on example of calculation of multiphase liquids and the accounting of a roughness. It will allow predict characteristic of the pump when pumping real liquid during the periods of long operation with high precision.

Keywords: the centrifugal pump, the driving wheel directing the device, a pump step, a current of viscous liquid, mathematical model, turbulence model, integrated characteristics.

UDC 539.3

Analysis of stress-strain state of steel-reinforced concrete spiral case of hydroturbine PO310-B-600 during hydraulic testing / O. V. Dushyn, K. M. Rovny // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 82–85. – Bibliogr.: 8. – ISSN 2411-3441.

Current regulatory documents include certain provisions related to the issues of calculation and design of large-diameter circular spiral cases for high heads. Spiral case designs are classified into the following types: a steel spiral case covered with a soft gasket separating the spiral shell from the reinforced concrete of the turbine block; a composite reinforced concrete spiral case without any deformable gasket between the bearing structure and mass reinforced concrete of the turbine block where forces are taken up jointly by the steel shell and reinforcement cage; a composite reinforced concrete spiral case with a deformable gasket at the top, between the bearing composite reinforced concrete structure and mass reinforced concrete of the turbine block. The used type of design is mainly determined by the value of HD parameter (product of water column height and spiral case inlet diameter). An overview is given, of the existing numerical methods to analyze the strain-stress behavior of stay ring/spiral case assembly. A mathematical model is created for stress-strain analysis of stay ring/spiral case assembly of hydroturbine PO310-B-600 according to the developed hydrotesting pattern. The results of numerical FEM analysis allow detecting of special features of stress-strain behavior of the stay ring/spiral case

assembly of hydroturbine PO310-B-600 during hydrotesting. Stress localization areas are detected. The influence of design features on stress level is determined. The spiral case lining stress level during hydrotesting is compared to that with spiral case as concreted.

Keywords: turbine, steel-reinforced concrete spiral case, stay ring, hydrotesting, final elements method, mathematical model.

UDC 539.3

Experience of embedded parts inspection during HPP's and PSP's modernization / S. V. Artomova, V. N. Zarkhina, N. A. Ilicheva // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 86–89. – Bibliogr.: 6. – ISSN 2411-3441.

Over the past few years the quantity of HPP's equipment operating beyond the end of its statutory service life has grown, therefore its piecemeal replacement and reconstruction are performed. The scope of work on hydraulic turbine reconstruction includes, in addition to replacement, the use of the existing turbine assembly units, particularly embedded parts. PJSC Turboatom's technicians developed the field inspection program of embedded parts of the hydraulic turbines which had been in operation for 45 years or more and the service life of which has expired. The program complements the effective regulatory document COY-H MEB 40.1–21677681-51:2011 "Calculation of residual operation life of HPP and PSP turbine water passage elements" approved by the Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine. The program regulates the scope of inspection and the checking procedure of water passage elements, estimation of their technical condition and prescription of the necessary repair and refurbishment works. The program was implemented during the modernization of Novosibirskaya HPP's turbines. Based on the program implementation the standard defects of the generating units under operation are generalized, the schedule for their classification is proposed and allowable deviations of the stay vanes profile thickness are determined, as well as the prescriptions are given for performance of the required scope of repair and refurbishment works and non-destructive testing in order to provide a successful operation of the modernized turbines.

Keywords: modernization, hydraulic turbine, embedded parts, inspection program, damages, check.

UDC 621.22

Mathematical model of the improved pulsation dampener of pressure / P. N. Andrienko, O. V. Dmitrienko, M. S. Svinarenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45 (1154). – P. 90–94. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2411-3441.

The mathematical model of working process of the improved pulsation dampener of pressure with the automatic tuning of parameters in dimensionless structural parameters has been developed, which is based on the concentration of parameters on T- and G- by similar schemes and takes into account gas content of working liquid, her temperature, the time variation of viscosity, coefficients of expenditure of relative inductive and active resistance of channels. The peculiarities of his structural execution and principle of work have been described. The efficiency of work of pulsation dampener of pressure in composition hydrounits has been proposed to estimate, except the coefficient of damping, by next criteria: by the generalized criterion of damping of pressure pulsation and criterion of weight and size. By results of mathematical modeling of working processes in by volume hydrounit, in which has been installed pulsation dampener of pressure with automatic tuning of parameters, have been received oscillograms of pressure pulsation at its input and output and has been set its coefficient of damping. The values of its generalized coefficient of damping and the criterion of weight and size have been presented. By results of calculation have been established that the generalized criterion of damping of pressure pulsation calculated for the pulsation dampener of pressure with automatic tuning parameters in the relative parameters is constant. For multi-criteria optimization of design parameters of the dampener as the main criterion has been proposed to use the generalized criterion of damping of pressure pulsation. The generalized criterion of damping of pressure pulsation and criterion of weight and size specified in the relative parameters of pulsation dampener of pressure, it is appropriate to use in order to compare the technical level of different types of dampeners.

Keywords: mathematical model, pulsation dampener, the damping coefficient, dimensionless parameters, optimization, performance criteria.

UDC 621.311.25

Mathematical models of systems and equipment of powerblock for automated control of operating mode / D. I. Kukhtin, A. V. Efimov, T. V. Potanina, T. A. Garcusha // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45(1154). – P. 96–104. – Bibliogr.: 74. – ISSN 2411-3441.

There have been proposed mathematical model of the steam generator and reactor nuclear power plants and their ancillary equipment, nuclear steam turbines and thermal power plants, heat exchange equipment recovery systems, condensation and cogeneration NPP and TPP. The necessity of improving mathematical models of systems and equipment of power plants for the automated management of modes of operation, making the actual development and the improvement of mathematical and algorithmic software, which is responsible for the automation of control systems NPP and TPP. To make effective use of data on the operation of nuclear steam generators with VVER created a wide range of software for the collection, storage and analysis of these data in order to systematize all possible information about the conditions of their work. A review of existing methods, models, computer systems and approaches to modeling the functional state of the main equipment of NPP and TPP, and analyzes their heterogeneity, problem-oriented, and the specifics of the actual need for the maximum possible unification to create automated control systems operating modes NPP and TPP. On the basis of mathematical models is possible to construct an algorithm for calculating elements of NPP and TPP, which will facilitate the writing of a control program for calculating NPP and TPP.

Keywords: mathematical model, system equipment, automatic control, algorithm, power unit, power station.

UDC 621.225

Method of diagnostics and control of hydraulic systems of a hydraulic tester of TG-200 / O. M. Fatyeyev, T. S. Salyha, A. V. Krasilnik, A. V. Yeromin // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2015. – No 45(1154). – P. 106–110. – Bibliogr.: 6. – ISSN 2411-3441.

The main objectives of hydraulic systems diagnostics were considered. Standard sequences of search of malfunctions of a hydraulic system and its components with the help of TG-200 hydraulic tester were offered. Schemes of connection of a hydraulic tester and sequence of actions during testing of the pump, safety valve, direction valve, testing and control of a hydraulic system with the help of "T" connection were described. Comparative characteristics (dependence of an expense on a pressure amount) for operable and defective pumps were presented. The given technique of diagnosing and setting of elements of hydraulic systems assumes the minimum intervention in a hydraulic system, without dismantling of the hydraulic equipment which belongs to this hydraulic system. Application of a hydraulic tester of TG-200 excludes need for special stands, which are expensive, for carrying out the majority of diagnostic and adjusting works.

Keywords: diagnostics of hydraulic systems, the hydraulic tester of TG-200, testing of pumps, testing of pressure-relief valves, testing of hydraulic distributors, "T" connection.