

Міністерство освіти і науки України

Шифр «ГІДРОПРИВОД»

**АНАЛІЗ ЗАСОБІВ БЕЗПЕКИ В ГІДРОПРИВОДАХ СУЧАСНИХ
БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНИХ МАШИН**

2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1. Основні вимоги безпеки при використанні об'ємного гідропривода....	4
2. Аналіз засобів гідропневмоавтоматики для реалізації систем безпеки при роботі будівельно-дорожніх машин з об'ємним гідроприводом...	6
2.1. Гідромотор-колеса	6
2.2. Гідророзподільники	7
2.3. Гідропривод руху гусеничного трактора	13
2.4. Гідропривод вантажопідійомних механізмів	16
2.5. Гідропривод підйому кабіни вантажного автомобіля	18
2.6. Гідропривод з антибуксувальним пристроєм фірми «POCLAIN HYDRAULICS»	21
2.7. Гідропривод рульового керування	23
2.8. Гідропривод гальмівних систем	25
3. Заходи з охорони праці	27
ВИСНОВКИ	29
ЛІТЕРАТУРА	30

ВСТУП

Технічний прогрес об'ємного гідропривода (ОГП) проявляється в безперервному розширенні його можливостей шляхом набуття гідрофікованими машинами і механізмами більш прогресивних властивостей і характеристик, таких як коефіцієнт корисної дії (ККД), реалізація режимів енергозбереження, надійність, швидкодія та точність позиціонування, здатність функціонування в критичних експлуатаційних умовах за температурою робочої рідини (РР), навколишнього повітря та ін. Досягнення необхідних від гідропривода параметрів залежить від можливостей його роботи на підвищених навантаженнях (тисках), частотах обертання і температурах, що значною мірою визначається рівнем технології виготовлення, методик розрахунку, матеріалів і комплектуючих вузлів (антифрикційних матеріалів, ущільнень, РР, електроніки, датчиків, підшипників, рукавів високого тиску та ін.).

ОГП є однією з галузей машинобудування, що найбільш динамічно розвивається як з точки зору кількісних показників, так і підвищення технічного рівня. Сучасний етап розвитку ОГП характеризується насамперед масовістю його виробництва в багатьох країнах світу, автоматизацією виробничих процесів гідрофікованих машин за рахунок використання досягнень електрогідроавтоматики, пошуком енергозберігаючих рішень на основі використання насосів і гідромоторів з регульованим робочим об'ємом, розширенням температурного діапазону РР, широкою стандартизацією гідравлічних компонентів, зниженням рівня шуму і, звичайно, зниженням металоемності гідромашин і гідроапаратів.

Відбувся досить чіткий розподіл гідрообладнання на вироби, призначені для використання в мобільному секторі машинобудування і стаціонарних машинах та установках, утворилися досить стійкі зв'язки між виробниками гідрофікованого обладнання та виробниками гідравлічних компонентів, накопичився великий досвід експлуатації такого обладнання, визначилися переваги і недоліки ОГП, а також перспективи і завдання, які потребують вирішення для подальшого розвитку цієї галузі машинобудування. Тому систематизація та аналіз досягнень і проблем сучасного ОГП впливають на формування актуальних завдань для конструкторів і вчених, відкривають для споживачів широкі можливості підбору гідрообладнання і є стимулом для розвитку вітчизняної конкурентоспроможної промисловості. Об'ємний гідропривод широко застосовується в будівельно-дорожніх машинах, в яких питання безпеки має суттєве значення.

Згідно ДСТУ ISO 4413:2002 [1] при проектуванні і експлуатації ОГП за узгодженням між споживачем та постачальником треба оцінити чинники небезпеки. Це оцінювання може охоплювати вплив гідропривода на інші частини машини, систему чи навколишнє середовище. Виявленим чинникам небезпеки повинна запобігати конструкція, а там де неможливо конструкція повинна мати запобіжні пристрої проти таких чинників.

Метою досліджень є аналіз сучасних досягнень безпеки за допомогою гідравлічного устаткування у засобах будівельно-дорожніх машин з об'ємним гідроприводом та розробка рекомендацій з охорони праці для персоналу, що використовує цю техніку.

Наукова новизна роботи полягає в визначенні сучасного стану і технічного рівня безпеки гідравлічного устаткування засобів механізації, оцінки технічної безпеки при експлуатації робочого обладнання будівельно-дорожніх машин та удосконаленні організаційно-технічних заходів з охорони праці при використанні цієї техніки.

Практична значимість роботи полягає у розкритті для майбутнього інженера знань в області безпеки гідравлічного устаткування та видачі практичних рекомендацій з охорони праці при використанні будівельно-дорожніх машин з об'ємним гідроприводом.

1. ОСНОВНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДУ

Конструктивні рішення. Під час проектування гідросистем потрібно враховувати усі аспекти можливих видів пошкоджень (охоплюючи порушення керування системою живлення). В усякому разі гідропристрої повинні бути вибрані, використані, приєднані та відрегульовані таким чином, щоб у випадку аварії у першу чергу було забезпечено персонал. Треба передбачити попереджувальні заходи від пошкодження гідросистеми та завдання шкоди навколишньому середовищу.

Вибір гідропристроїв. Усі гідропристрої в системі повинні бути вибрані чи визначені так, щоб забезпечити безпечне експлуатування, вони повинні працювати в установлених межах параметрів, коли гідросистему застосовано за призначеністю. Гідропристрій треба вибирати чи визначати для надійної роботи в усіх передбачуваних режимах роботи гідросистеми. Особливу увагу треба приділити надійності тих гідропристроїв, які можуть спричинити небезпеку у випадку їх пошкодження чи відмови.

Непередбачені тиски. Усі частини гідросистеми повинні бути конструктивно або іншим чином захищені від тисків, що перевищують максимальний робочий тиск гідросистеми або частини гідросистеми чи номінальний тиск будь-якого конкретного гідропристрою. Кращими засобами захисту від надмірного тиску є один чи більше запобіжних клапанів, установлених для обмеження тиску в усіх частинах гідросистеми. Можна також вживати альтернативний засіб такий як насос із регулюванням за тиском; вживання такого засобу повинно відповідати вимогам використання. Гідросистеми повинні бути спроектовані, змонтовані та відрегульовані так, щоб мінімізувати коливання та зростання тисків. Коливання та зростання тисків не повинно спричинювати небезпеку. Втрата тиску чи критичний перепад тисків не повинні піддавати персонал небезпеці.

Механічні рухи. Передбачені чи непередбачені механічні рухи (охоплюючи ті, що виникають унаслідок процесів, наприклад, прискорення, уповільнення чи підймання або утримування мас) не повинні спричинювати небезпечну ситуацію для людей.

Витік. Витік (внутрішній чи зовнішній) не повинен спричинювати небезпеку.

Температура робочої рідини (РР). Повний діапазон робочих температур РР гідросистеми чи будь-якого гідропристрою не повинен перевищувати установлених меж, за яких їх можна безпечно використовувати.

Температура поверхні. Гідросистеми повинні бути сконструйовані таким чином, щоб їхня розміщеність чи огорожа слугувала захистом для людей від контактування з поверхнями, температура яких перевищує значення, прийнятні для дотику.

Можливі чинники небезпеки, пов'язані з експлуатацією гідропривода в машині.

Механічні чинники небезпеки:

- форма;
- відносна розміреність;
- маса та сталість (потенційна енергія елементів);
- маса та швидкість (кінетична енергія елементів);
- невідповідність вимогам механічної міцності;
- акумулювання потенційної енергії еластичними елементами (пружинами) або рідинами чи газами під тиском або вакуумом чи витокком;

Електричні чинники небезпеки.

Теплові чинники небезпеки, що спричиняють опіки та обшпарення через можливе контактування суб'єктів, від полум'я чи вибухів, а також через випромінювання джерел тепла.

Шумові чинники небезпеки.

Чинники небезпеки через непередбачені рухи, зокрема спричинені електромагнітними полями.

Чинники небезпеки, що виникають через матеріали та речовини, оброблювані, використовувані та виділені машиною.

Чинники небезпеки, що є результатом контактування зі шкідливими рідинами, газами, аерозолями, випаровуваннями і пилом та їх вдиханням

Чинники вогне- та вибухонебезпекию.

Чинники небезпеки, спричинені перебоями в енергопостачанні, падінням частин машини та іншими функційними розладами.

Перебої в енергопостачанні [силових і (або) керувальних ланцюгів]:

змінення енергії; непередбачене увімкнення; відвертання зупинення, якщо команду вже дано; падіння або викидання машиною рухомих частин або шматків, утримуваних машиною; автоматичне або ручне затримування зупинення; захисний пристрій залишається не повністю ефективним.

Непередбачене викидання частин машини або робочого середовища.

Помилки у з'єднаннях.

Чинники небезпеки, спричинені тимчасово відсутніми і(або) неправильно розміщеними засобами вимірювання стосовно безпеки, наприклад:

- пристрої запускання та зупинення;
- знаки та сигнали безпеки;
- усі види інформаційних та попереджувальних пристроїв;
- роз'єднувальні пристрої енергопостачання;
- аварійні пристрої;
- обладнання та допоміжні пристрої, необхідні для безпечного регулювання і (або) обслуговування.

2. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ГІДРОПНЕВМОАВТОМАТИКИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНІХ МАШИН З ОБ'ЄМНИМ ГІДРОПРИВОДОМ

2.1. Гідромотор-колеса

На рис. 1 представлений радіальнопоршневий гідромотор серії MS фірми «ROCLAIN HYDRAULICS» (Франція), який включає передню 1 і задню 2 кришки, між якими затиснутий профільний кулачок (копір) 3 [2,3]. У підшипниках 4 і 5 передньої кришки 1 встановлений вал 6, на шліцах якого закріплений блок циліндрів 7, в радіальних розточеннях якого розміщені поршні 8 з роликами 9, що спираються на кулачок 3. Для забезпечення герметичності на поршнях встановлені ущільнювальні кільця 10. Торцевий диск 11 спільно з відповідною поверхнею блоку циліндрів 7 утворюють розподільний вузол гідромотора. Для сполучення РР насоса ОПІ з кільцевими колекторами *A* або *B* і циліндрами гідромотора в задній кришці 2 виконані відповідні отвори *R* і *L*.

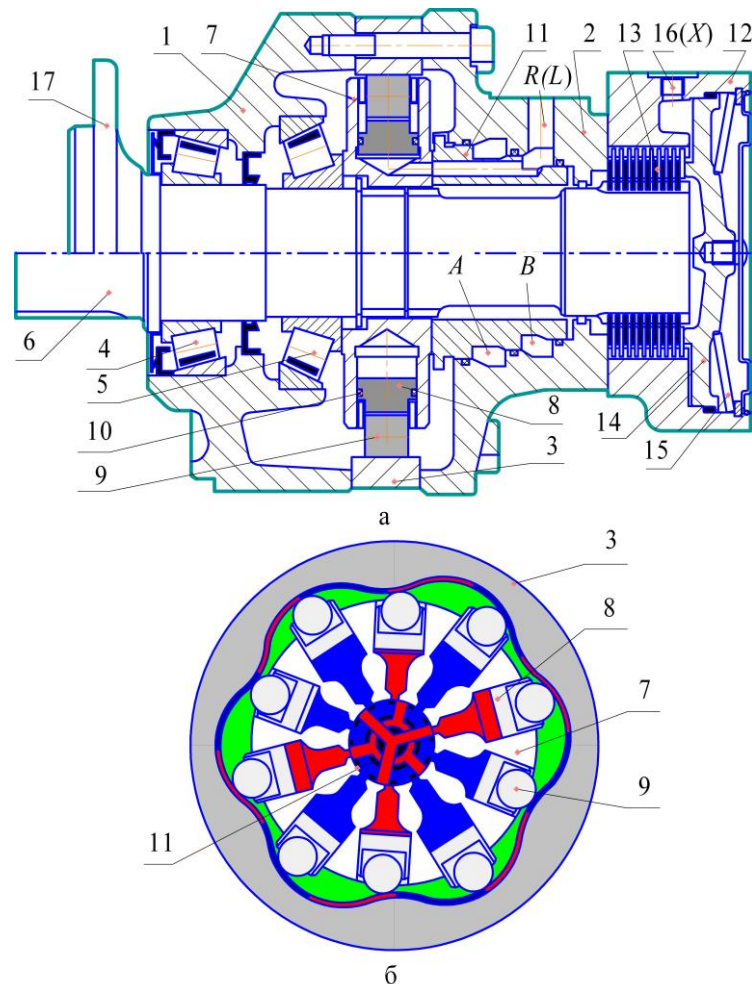


Рис. 1. Радіальнопоршневий гідромотор багаточиклової дії серії MS фірми «ROCLAIN HYDRAULICS»: поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи

До задньої кришки 2 прикріплено дискове гальмо 12 нормально-замкненого типу з пакетом гальмівних дисків 13, поршнем 14 затиску дисків тарільчатою пружиною 15 і отвором 16 для підведення тиску розгальмування. На вал 6 насаджена маточина 17, до якої кріпиться диск колеса транспортного засобу. Під час роботи гідромотора РР від насоса підводиться до одного з колекторів, наприклад, А розподільного диска 11 і далі через канали в блоці циліндрів 7 до поршнів 8. Зусилля від тиску РР на поршень 8 передається через ролик 9 на профільний кулачок 3. Тангенціальна складова цього зусилля приводить блок циліндрів 7 і пов'язані з ним вихідний вал 6 і маточину 17 до обертання. Злив РР з гідромотора відбувається через колектор В розподільного диска 11 в лінію всмоктування насоса ОГП.

Засоб безпеки привода ходу або технологічного обладнання будівельно-дорожніх машини – вмонтоване в гідромотор-колесо гальмо нормально-замкненого типу.

2.2. Гідророзподільники

В ОГП підйомних кранів знайшли застосування секційні гідророзподільники серії PVG фірми «SAUER DANFOSS» – золотникові розподільники з пропорційним електричним, гідравлічним і механічним управлінням [4]. За допомогою вбудованої в гідророзподільники системи LS забезпечується ефективне енергозбереження в ОГП з дросельним (при використанні насоса з постійним робочим об'ємом) і машинним (шляхом зміни робочого об'єму насоса) регулюванням витрати за рахунок автоматичної мінімізації значень тиску і витрати, що задовольняє потреби конкретного гідроциліндра або гідромотора робочого органу машини.

Електромагнітне керування забезпечується системами: PVES – пропорційної з супервисокою точністю; PVEN – пропорційної з високою точністю; PVEM – пропорційної з середньою точністю; PVEO – двопозиційної дискретної (On/Off).

Гідророзподільники мають до 10 робочих секцій, кожна з яких забезпечує функціонування певного гідроциліндра або гідромотора, номінальний тиск становить 30 МПа (максимальний 35 МПа), витрата РР до 240 л/хв. Напруга живлення на електромагнітах 12 або 24 В постійного струму.

Золотники робочих секцій гідророзподільника PVG мають більше 30 варіантів схем, включаючи три- і чотирипозиційну (з «плаваючою» позицією), а також різні комбінації комунікацій каналів у нейтральному і робочому положеннях золотника (із закритим чи відкритим центром, з дроселювальним ефектом та ін.).

На рис. 2 представлена гідравлічна принципова схема ОГП з напірною секцією НС типу 157B5010 гідророзподільника серії PVG з нерегульованим насосом Н. Напорна секція НС містить основні лінії підведення p від насоса і зливу T , лінію p_y керування гідророзподільниками робочих секцій і лінію LS дистанційного керування основним запобіжним клапаном КП1. До складу секції входять пілотний запобіжний клапан КПп, налаштований на максимальний тиск ОГП, при якому

відкривається основний клапан КП1, редукційний КР і підпирний КД1 гідроклапани системи керування золотниками гідророзподільників робочих секцій, дроселі ДР1 і ДР2 в лініях керування. Для використання гідророзподільника в ОГП з нерегульованим насосом і дросельним регулюванням швидкості в напірній секції між точками К1 і К2 виконаний розрив. Дистанційне керування налаштуванням тиску основного запобіжного клапана КП1 здійснюється зовнішнім клапаном тиску КД2 з електромагнітним пропорційним керуванням. Точка Мв використовується для підключення перетворювача тиску (на схемі показаний перетворювач ПД з аналоговим вихідним сигналом). При відсутності струму У на електромагніті клапана КД2 основний клапан КП1 повністю відкритий і РР зливається в бак, збільшення струму призводить до пропорційного зростання тиску на виході з напірної секції. Перед клапаном КП1 встановлений мініатюрний фільтр Ф для часток більше 200 мкм.

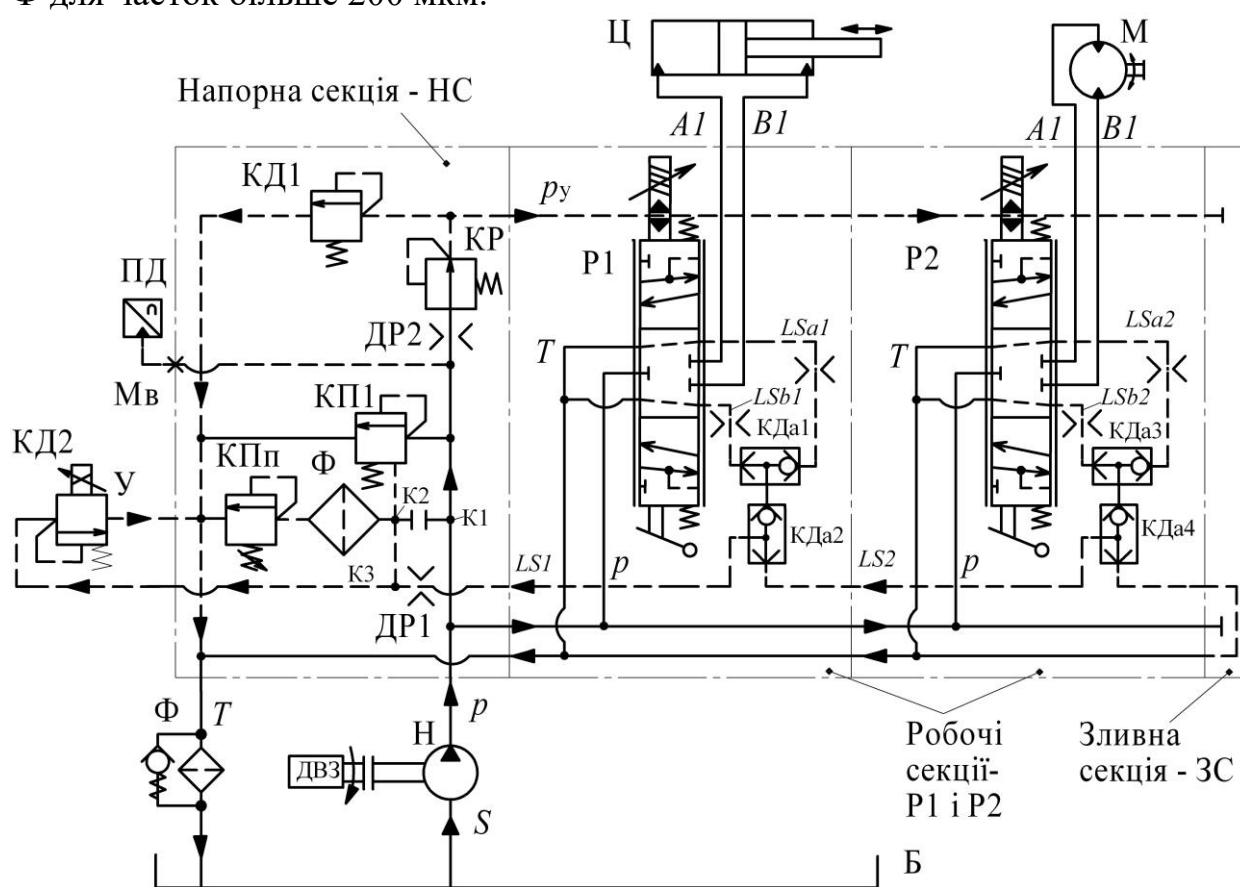


Рис. 2. Гідравлічна принципова схема ОГП з гідророзподільником PVG і нерегульованим насосом.

Робочі секції містять гідророзподільники P1 і P2 для подачі РР до гідроциліндра Ц і гідромотора М. У кожній секції розміщені клапани тиску КДа типу «або», які забезпечують автоматичну передачу сигналу тиску LS від максимально навантаженого споживача до клапана КП1 в ОГП з нерегульованим насосом.

При використанні гідророзподільника в ОГП з регульованим насосом H (рис. 3) в напірній секції НС виконаний розрив між точками $K2$ і $K3$, а лінія LS сполучена з комбінованим регулятором робочого об'єму насоса типу «тиску РД - витрати РР», в якому тиск p_y є сигналом, що забезпечує два режими роботи ОГП: при досягненні тиску спрацьовування регулятора РД подача насоса H стає мінімальною, компенсуючи лише витоки в регуляторі і насосі; при тиску p_y менше спрацьовування регулятора РД і при використанні дроселя на вході в гідродвигун і зворотного зв'язку за тиском LS за дроселем, можливо автоматичне керування подачею насоса за допомогою регулятора РР. Безпека експлуатації гідророзподільників серії PVG може бути забезпечена різними за рівнем ступенями:

Максимальні вимоги до безпеки забезпечують роботу в автоматичному режимі без участі оператора і реалізуються при використанні керування електромагнітами PVES і PVEN. На гідросхемі (рис. 4.а) з гідроциліндром Ц, гідрозамком ЗМ, гідророзподільником Р1 з пропорційним електромагнітом PVEN, насосом H і гідробаком Б показані також компоненти безпеки: гідророзподільник Р2 з електромагнітом дискретного спрацьовування; логічний сигналізатор (реле) R , підключений до системи контролю несправностей в електромагніті PVEN; кнопка E аварійного відключення електроживлення.

При наявності електроживлення на електромагніт $У$ гідророзподільника Р2 РР направляється від насоса H до гідророзподільника Р1, забезпечуючи нормальне функціонування ОГП. При виявленні в PVEN несправності у вигляді заклинювання золотника реле R автоматично відключає електроживлення від електромагніту гідророзподільника Р2, що під дією пружини призводить до зміщення його золотника в положення, показане на рисунку. При цьому РР направляється в гідробак Б і гідроциліндр Ц блокується в сталому положенні завдяки гідрозамку ЗМ. Можливо також відключення струму від електромагніту $У$ оператором за допомогою кнопки E . Крім того, можливе використання реле R для відключення електроживлення від приводного двигуна насоса H .

Забезпечення високого ступеня безпеки (рис. 4.б) використовується тільки при втручанні оператора за допомогою кнопки E , що призводить до відключення струму в електромагніті $У$ на гідророзподільнику Р2 (за аналогією з ручним режимом керування) і перемикача нейтрального положення N , за допомогою якого відключається струм на електромагніті PVEN і, відповідно, система діагностики контролю положення золотника гідророзподільника Р1.

Забезпечення середнього ступеня безпеки (рис. 4.в) використовується також тільки при втручанні оператора за допомогою кнопки E , але впливає на керуючий тиск системи LS шляхом його зниження до 0,8...1,4 МПа у всіх гідропристроях ОГП за допомогою гідророзподільника Р2 при знеструмленні магніту $У$;

Обмежені вимоги з безпеки (рис. 4.г) реалізуються тільки шляхом відключення струму на електромагніті гідророзподільника Р1 за допомогою кнопки E або перемикача N . У такій системі безпеки відсутній контроль і захист

від гідравлічних і механічних несправностей, наприклад, при заклинюванні золотника в крайньому положенні.

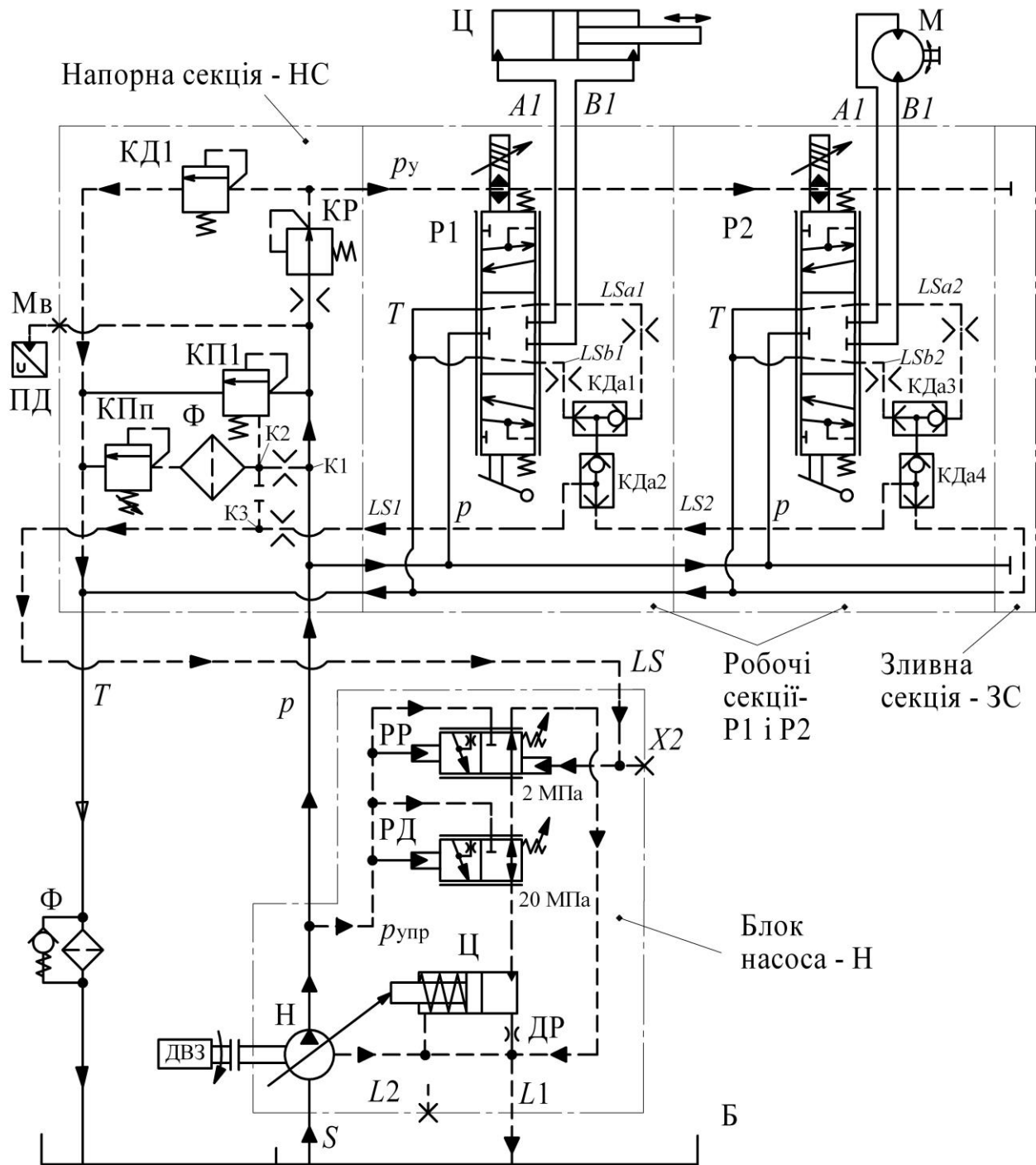


Рис. 3. Гідравлічна принципова схема ОГП з гідророзподільником PVG і регульованим насосом

Гідророзподільники PVG оснащують ручним (мускульним), гідравлічним та електрогідравлічним механізмами керування. Електрогідравлічне керування реалізовано в дискретному (On/Off) виконанні PVEO (без зворотного зв'язку за

положенням основного золотника) і з пропорційним керуванням середньої точності PVEM, високої точності PVEN і супервисокої точності PVES. Основними параметрами, що характеризують ступінь точності керування, є швидкодія і гістерезис.

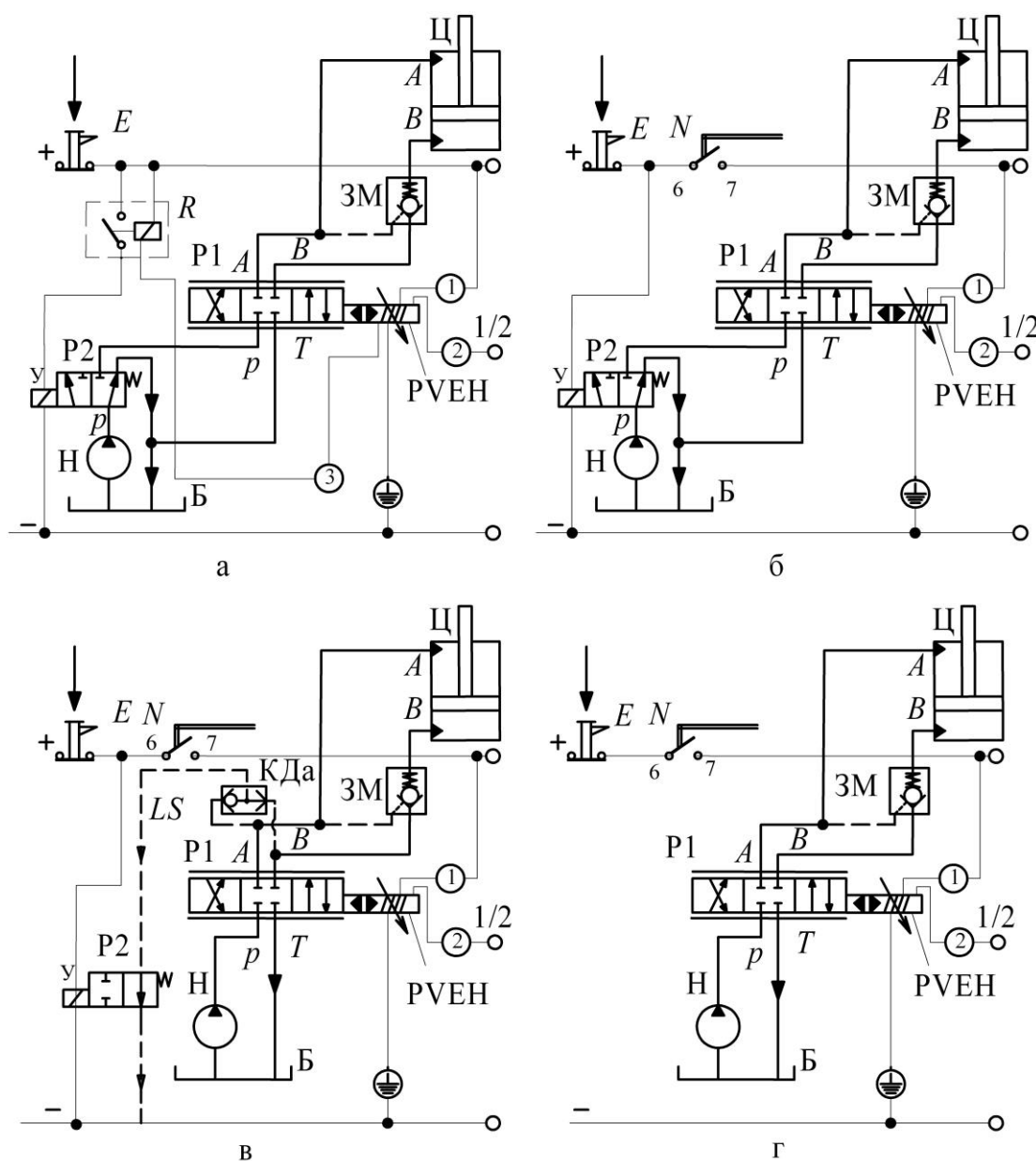


Рис. 4. Комбінована принципова схема ОГП з гідророзподільником PVG, що забезпечує максимальний (а), високий (б), середній (в) і обмежений (г) рівні безпеки

На рис. 5 представлена схема електричних ланцюгів джойстика PVRE для підключення гідророзподільника PVG з різними рівнями безпеки. Тонкими лініями позначені сигнальні дроти, товстими – дроти живлення, клемма F – сигнальний вихід для відображення несправностей, E – кнопка аварійного відключення.

Для надійної роботи гідророзподільників PVG у складі ОГП мобільних машин фірма рекомендує підтримання класу чистоти PP на рівні 19/16 згідно з ISO 4406. При цьому електрогідравлічний привод золотників вимагає установки фільтра в лінії нагнітання насоса у поєднанні зі зворотним (перепускним) клапаном і індикатором забрудненості фільтроелемента з номінальною тонкістю фільтрації 10 мкм або абсолютною 20 мкм. При використанні гідророзподільників з ручним керуванням допускається установка фільтра в зливній магістралі ОГП. Як PP для гідророзподільників серії PVG рекомендуються мінеральні оливи з присадками HLP (DIN 51524) або HM (ISO 6743/4), і негорючі рідини: ефірфосфатна HFDR, водовмісні HFC, HFB та HFA, а також рапсова олія.

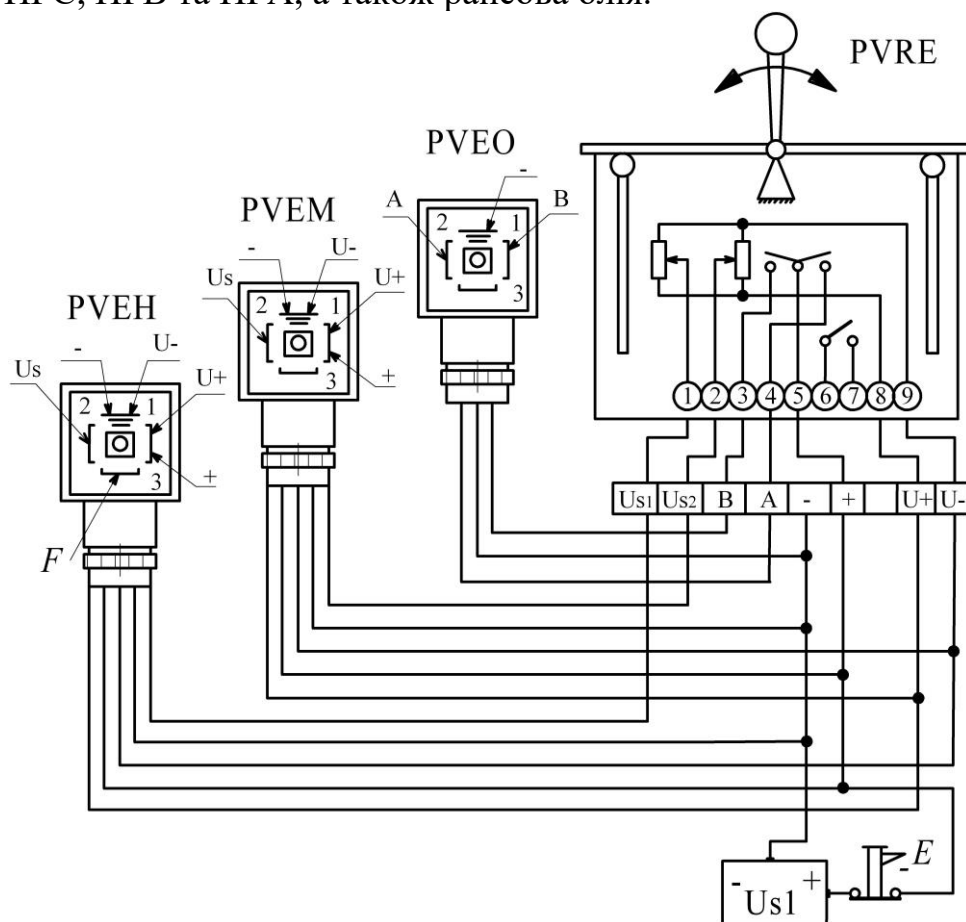


Рис. 5. Системи керування і безпеки гідророзподільника PVG (електрична складова) [5]

Засоби безпеки за допомогою гідророзподільника забезпечують максимальний, високий, середній і обмежений рівні безпеки шляхом використання гідророзподільників з електромагнітом дискретного спрацьовування, логічного сигналізатора (реле), підключеного до системи контролю несправностей в електромагніті та кнопки аварійного відключення електроживлення.

2.3. Гідропривод руху гусеничного трактора

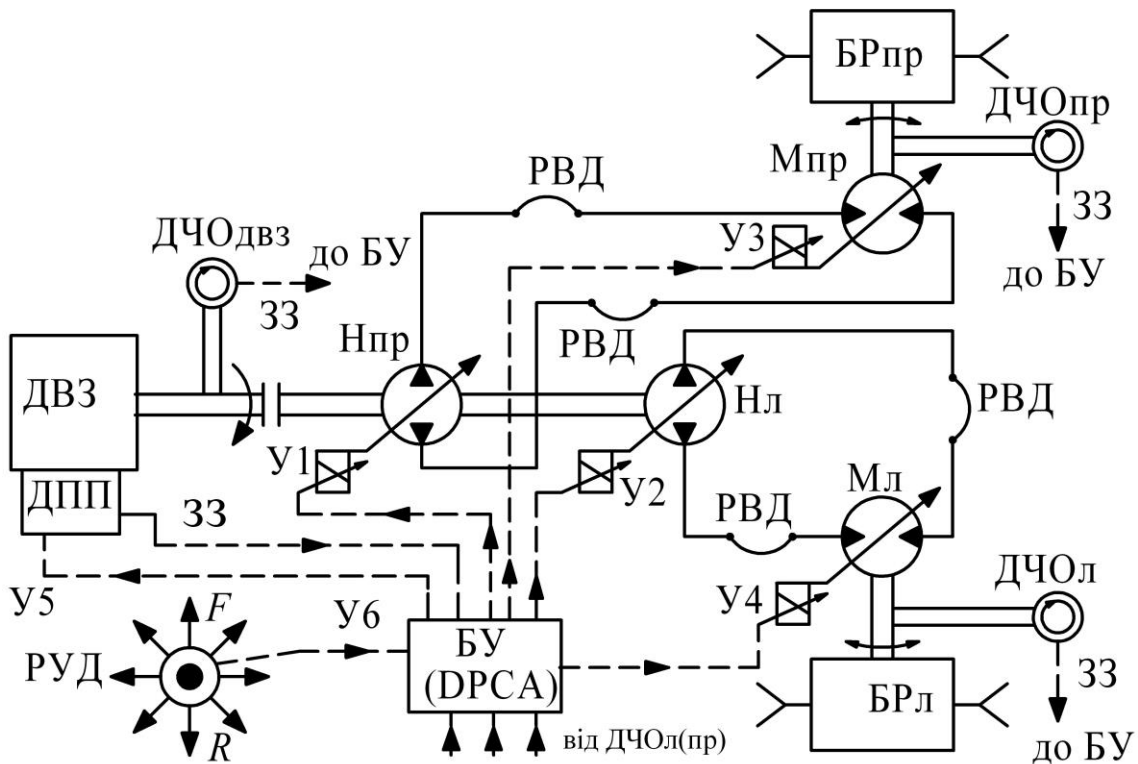
Система руху трактора ТС-10 (рис. 6,а) включає два незалежних ОГП для кожної гусениці за допомогою аксіальнопоршневих насосів серії A4VG і гідромоторів A6VE лівого Мл і правого Мпр бортів, встановлених безпосередньо на бортових редукторах БРл і БРпр [6]. Насоси Нл і Нпр нагнітають РР до відповідних гідромоторів Мл і Мпр. Подача РР до гідромоторів за допомогою рукавів РВД істотно спрощує кінематичний зв'язок між двигуном ДВЗ і бортовими редукторами ведучих коліс. Регулювання робочого об'єму насосів і гідромоторів з метою зміни швидкості руху та забезпечення плавного повороту трактора, пропорційного відхиленню рукоятки керування рухом РУД, здійснюється за допомогою електрогідролічних гідропрістроїв на кожній з гідромашин (сигнали керування У1...У4, відповідно).

Частота обертання ведучих коліс контролюється датчиками частоти обертання ДЧОл і ДЧОпр, електричні вихідні сигнали яких подаються на електронний блок управління БУ (програмований контролер РС6-9) як сигнали зворотного зв'язку ЗЗ. Частота обертання вихідного вала приводного ДВЗ контролюється датчиком частоти ДЧОдвз і також надходить до блоку управління БУ. Положення тяги керування подачі палива до ДВЗ контролюється датчиком положення ДПП і надходить у вигляді електричного сигналу зворотного зв'язку ЗЗ до блоку управління БУ. Блок БУ знижує потужність насосів шляхом зменшення кута похилого диска і подачі РР, що запобігає зупинці ДВЗ.

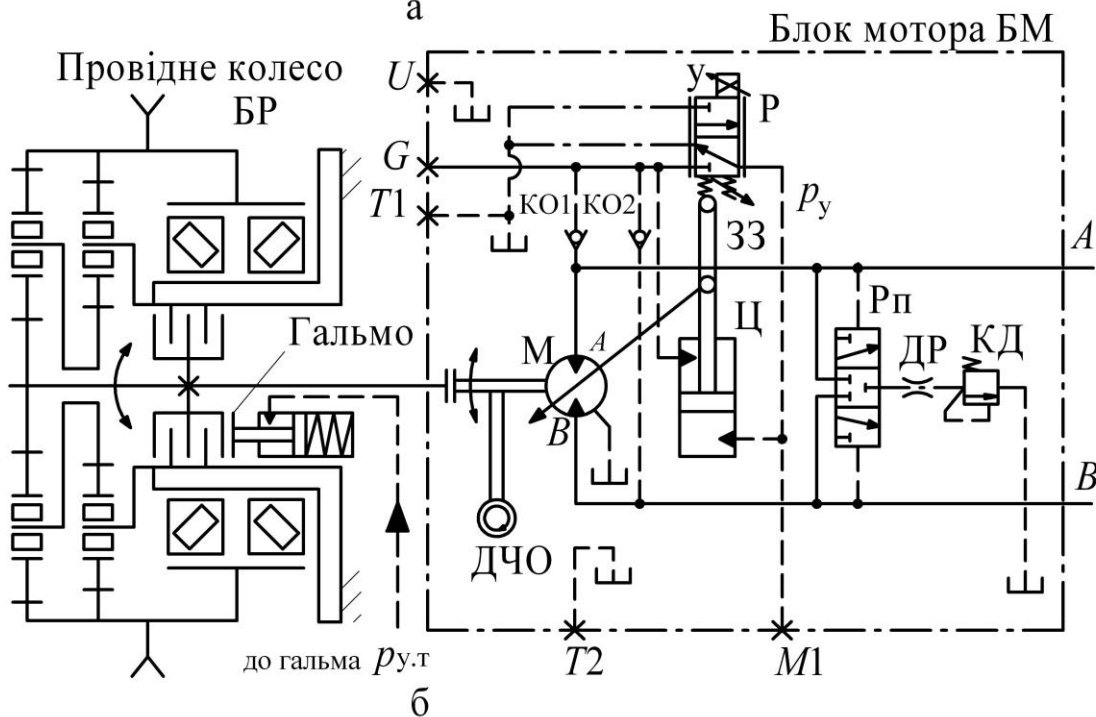
Рукоятка керування рухом РУД (джойстик) формує керуючі сигнали У6 електронному блоку БУ. Таким чином, в електронний блок БК надходить керуючий сигнал від рукоятки керування РУД і сигнали зворотного зв'язку ЗЗ від датчиків частоти обертання ДЧО і положення тяги управління подачі палива ДПП, а керуючими сигналами, що виходять з електронного блоку, є електричні У1...У4 на регулятори зміни робочого об'єму гідромашин і подачі палива У5.

Таке виконання спільно з необхідними електронними компонентами системи керування рухом ДРСА дозволяє трактористу керувати як напрямом, так і швидкістю руху трактора за допомогою однієї рукоятки керування. Напруга живлення на контролер подається тільки при вимкненому вимикачі стоянкового гальма, а «маса» вмикається при вимкненому вимикачі автостопу, встановленому в сидіння тракториста.

При налаштуванні систем керування трактором контролер калібрує вихідний сигнал кожної гусениці, дозволяючи виконувати з максимальною точністю розвороти на місці, повороти при обертанні гусениць вперед і в зворотному напрямку. Наявність функції регулювання потужності має велике значення для стабілізації робочого процесу, підвищення продуктивності, а також запобігання зупинки ДВЗ.



а



б

Рис. 6. Функціональна схема ОГП гусеничного ходу фірми «Rexroth Bosch Group» на тракторі ТС-10 «ХТЗ» (а) і гідравлічна принципова схема бортового гідромотор-редуктора (б) [6]

На рис. 6.б представлена гідравлічна принципова схема аксіальнопоршневого гідромотора М з похилим блоком А6VE160 з планетарним редуктором БР моделі GFT65T2 виробництва концерну «Rexroth Bosch Group», що включає:

регулятор зміни робочого об'єму електрогідрравлічного типу з пропорційним електромагнітом на гідророзподільнику Р (типу EP2 з напругою 24 В постійного струму), гідроциліндром Ц зміни кута нахилу блоку циліндрів гідромотора і зворотним зв'язком ЗЗ;

зворотні клапани КО1 і КО2 для підведення тиску керування p_y до гідророзподільника Р і гідроциліндра Ц, які сполучені з магістралями гідросистеми А і В, відповідно;

гідроприсрої системи охолодження вузлів тертя гідромотора, включаючи гідророзподільник Рп скидання частини потоку РР з лінії низького тиску (підживлення) в гідробак Б для охолодження, дросель ДР для обмеження витрати і гідроклапан тиску КД для підтримки тиску в лінії зливу на рівні тиску підживлення. Гідророзподільник Рп трипозиційного, трипровідного типу з пружинним поверненням в нейтральне положення, має автоматичне гідравлічне управління шляхом підведення РР під торці золотника;

датчик частоти обертання ДЧО вала гідромотора.

Бортовий редуктор БР планетарного типу, двоступінчастий, з вбудованим гідравлічно керованим ($p_{y.T}$) багатодисковим стоянковим гальмом нормально-замкненого типу, з обертовим корпусом, на фланці якого кріпиться провідне колесо приводу в залежності від типу робочого органа. Робота регулятора робочого об'єму здійснюється таким чином. РР з магістралей А або В постійно підводиться до штокової порожнини гідроциліндра Ц і при відсутності тиску керування p_y шток гідроциліндра встановлює блок циліндрів гідро-мотора на максимальний кут, відповідний максимальному робочому об'єму. При підведенні електроживлення до пропорційного магніту У гідророзподільника Р золотник останнього зміщується вниз і РР направляється в безштокову (поршневу) порожнину гідроциліндра Ц. Завдяки диференціальній конструкції гідроциліндра поршень останнього зміщується вгору, що призводить до зменшення кута нахилу блоку циліндрів гідромотора і зменшенню його робочого об'єму. З'єднання штока гідроциліндра Ц з торцем золотника гід-ророзподільника Р за допомогою пружини виконує функцію механічного зворотного зв'язку ЗЗ – забезпечення однозначної відповідності між положенням золотника і штоком гідроциліндра Ц. Електрогідрравлічний пропорційний регулятор стежного типу забезпечує лінійну характеристику зміни робочого об'єму гідромотора від значення струму керування на магніті гідророзподільника Р. Літерами А, В, G, M1, T1, T2 і U позначені отвори, виконані в корпусі гідромотора (для сполучення з насосом, дренажу та ін.). Аналогічний ОГП ходу гусеничної машини з двома незалежними бортами Dual Path і контролером PLUS+1™ є в номенклатурі фірми SAUER-DANFOSS.

Засоби безпеки привода ходу гусеничного бульдозера-розпушувача – вмонтоване в гідромотор-колесо гальмо нормально-замкненого типу, запобіжні клапани високого тиску та блокування ходу при відсутності тракториста на сидінні трактора.

4.4. Гідропривод вантажопідійомних механізмів

У вантажопідійомних механізмах застосовують ОГП декількох типів з урахуванням виконання вимог з безпеки за допомогою відповідних гідропрістроїв. На рис. 7 наведена гідравлічна принципова схема ОГП обертання барабана лебідки, яка побудована за незамкненим ланцюгом циркуляції РР і містить насос Н з регульованим робочим об'ємом (машинним керуванням) і приводним двигуном ДВЗ, що нагнітає РР через фільтр Ф, гідророзподільник Р1, гальмівний клапан КТ і гідромотор М, з'єднаний вихідним валом з барабаном лебідки для підйому-опускання вантажу масою m . Злив РР з гідромотора здійснюється через оливоохолоджувач АТ в гідробак Б.

Привод обертання лебідки забезпечений нормально-замкнутим гальмом, що діє на вихідний вал гідромотора від гідроциліндра Цт (замикання гальма відбувається автоматично зусиллям пружини в гідроциліндрі, а розмикання під дією тиску p_y в магістралях гідросистеми А або В і який надходить у гідроклапан тиску КДа типу «або»). Для захисту ОГП від перевантажень в лінії нагнітання насоса Н встановлений запобіжний клапан КП. Гідророзподільник Р1 має трипозиційну чотирипровідну схему із замиканням всіх чотирьох каналів А, В, р і Т у середньому положенні (шифр 44), тому для розвантаження насоса при запуску двигуна ДВЗ служить гідророзподільник Р2 (двопровідний, двопозиційний, з електромагнітним вмиканням в робочу позицію і пружинним поверненням у неробочу, 542-а схема розподілу потоків РР).

Для контролю параметрів ОГП встановлені:

реле РКУ контролю рівня РР у гідробаку;

манометри для контролю тиску в лінії нагнітання насоса МН1 і на зливі з гідросистеми МН2;

датчик Т температури РР з аналоговим виходом в бак Б;

датчик тиску ПД з аналоговим виходом;

реле тиску РД з електричним виходом (сигналом);

індикатор забрудненості фільтра Ф (встановлюють індикатори з візуальною або електричною сигналізацією).

При пуску ДВЗ обертання насоса Н для зниження споживаної потужності і запобігання гідроудару РР в тупиковому трубопроводі між насосом Н і гідророзподільником Р1 заздалегідь знеструмлюють електромагніт гідророзподільника Р2. При такому положенні гідро- розподільника Р2 (як показано на гідросхемі) насос буде запущений з мінімальним тиском нагнітання, тобто при мінімальній потужності. Після запуску насоса підводять електроживлення до гідророзподільника Р2 (золотник якого зміщується вліво і перекриває злив РР у гідробак Б) і контролюють тиск у гідросистемі за манометром МН1 (при необхідності проводять налаштуванням тиску запобіжним клапаном КП). При підведенні електроживлення до магніту У2 золотник гідророзподільника Р1 встановлюється в таке положення, при якому РР прямує через зворотний клапан КО по лінії А до гідромотора М, приводячи останній в

обертання. Проте обертання гідромотора почнеться тільки тоді, коли тиском керування p_y (від клапана КДа) підніме вгору поршень гідроциліндра Цт гальма і станеться розгальмовування валів гідромотора М і барабана лебідки. Обертання гідромотора проти годинникової стрілки дасть можливість здійснити операцію підйому вантажу. При необхідності опускання вантажу електроживлення подають на магніт У1 гідророзподільника Р1 і РР надходить до гідромотора М по лінії В.

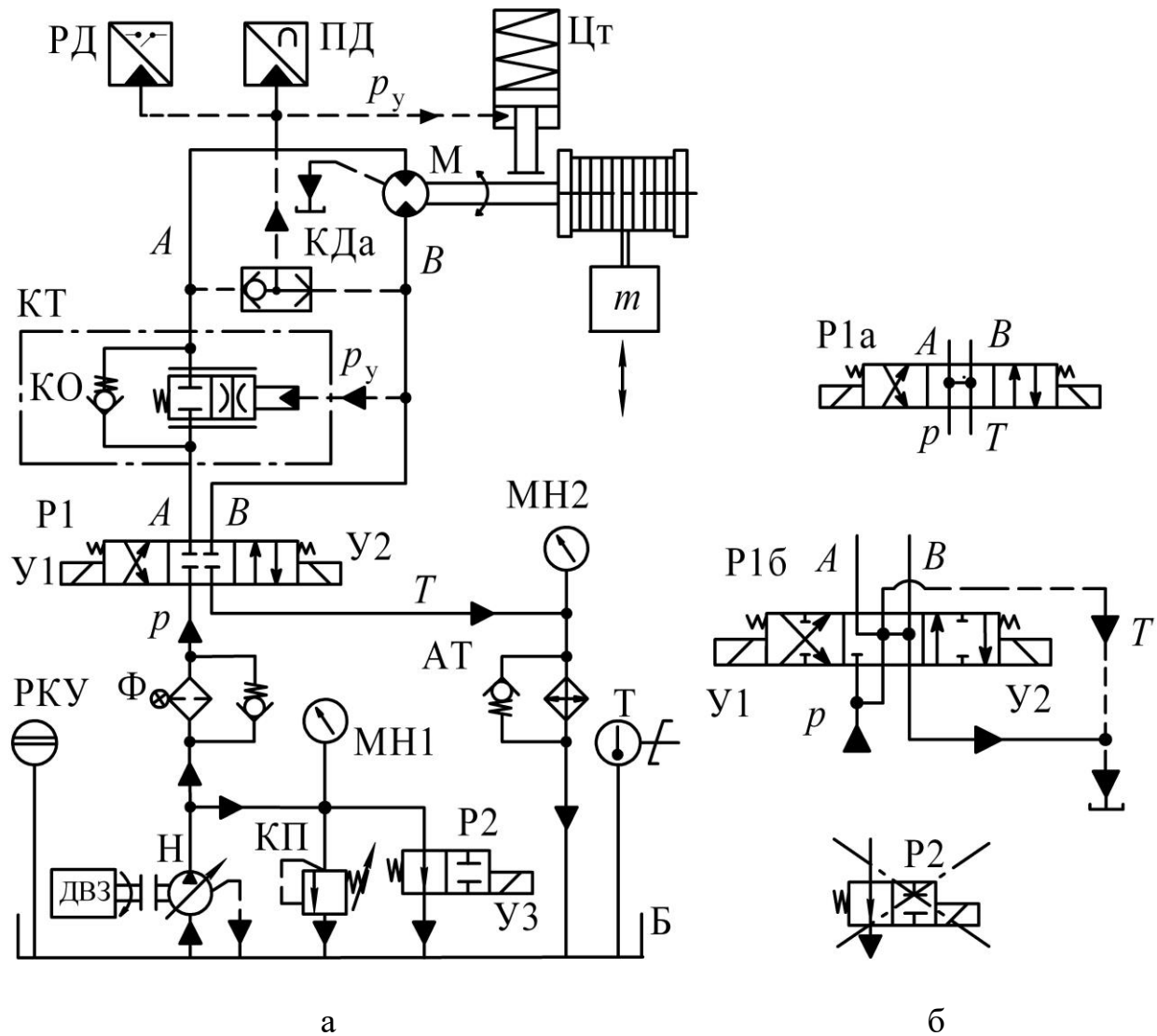


Рис. 7. Гідравлічна принципова схема ОГП обертання барабана лебідки від гідромотора

За допомогою клапана КДа і гідроциліндра Цт відбувається розгальмовування вала гідромотора М і вантаж починає опускатися. Для оберігання вантажу від самоцільного опускання використовується гальмівний клапан КТ, який при зниженні тиску в лінії менш налаштування пружини клапана автоматично призведе до зниження швидкості за рахунок дроселювання потоку РР у лінії В – В і навіть зупинки вантажу при повному перекритті КТ (як показано на схемі). При аварійній ситуації, наприклад, при відмові двигуна ДВЗ або розриві

трубопровода, падіння тиску в гідросистемі призведе до автоматичного спрацьовування механічного гальма гідроциліндра Цт і зупинки вантажу.

Таким чином, при роботі ОГП вантажопідйомного механізму з гальмівним гідроклапаном КТ розглядають два режими роботи:

при підйомі вантажу, коли через гальмівний гідроклапан КТ (а точніше, через вбудований у нього зворотний гідроклапан КО) РР вільно прямує від насоса Н до гідромотора М;

при опусканні вантажу, коли гальмівний гідроклапан КТ запобігає створенню ситуації, при якій тиск у лінії нагнітання насоса Н стає нижчим за атмосферний через переміщення вантажу і обертання гідромотора М під власною вагою, що призводить до його мимовільного падіння. При цьому вантаж сприяє переходу гідромотора М у насосний режим і його вихідна (зливна) магістраль стає напірною, а опір обертанню гідромотору створюється дроселем гальмівного гідроклапана КТ.

Засоби безпеки привода вантажопідйомного механізму реалізуються шляхом використання гальмівного клапану для плавного опускання вантажу, барабана лебідки з гальмом нормально-замкненого типу та запобіжними «вторинними» клапанами.

2.5. Гідропривод підйому кабіни вантажного автомобіля

Переваги ОГП в гнучкому зв'язку між насосом і гідроциліндрами за допомогою рукавів високого тиску і можливість отримання значних тягових зусиль при малих габаритах гідропрстроїв дозволяють досить просто і надійно реалізувати режим перекидання (підйому-опускання) кабіни, капота або запасного колеса при технічному обслуговуванні вантажних автомобілів. Для створення гідравлічної потужності використовують насоси з ручним, електричним або пневматичним приводом. Останні істотно полегшують працю водія, оскільки робота з ручним насосом вимагає до 100 і більше обернено-поступальних рухів приводної рукоятки із зусиллям до 350 Н. Вимоги щодо забезпечення комфортних умов для водія при русі й технічному обслуговуванні та ремонті автомобіля спричинили створення спеціальних ОГП та окремих гідропрстроїв [3]. Наприклад, фірма «POWER-PACKER» (Нідерланди) розпочала виробництво ОГП кабіни у 1973р., у тому числі з диференціальним підключенням гідроциліндра R-HLM у 1981р., системами «НУСАВ» з реверсивним насосом у 2002 р., і гідравтоматики при недиференціальному підключенні гідроциліндра С-HLM у 2003 р.

ОГП кабіни з реверсивним по напряму обертання і подання РР насосом моделі «НУСАВ» (рис. 8) має моноблочну конструкцію, що включає гідроциліндр Ц з одностороннім штоком, насос Н з реверсивним приводним електродвигуном «м», гідрозамок ЗМ, двопозиційний двопровідний гідророзподільник Р з двостороннім гідравлічним управлінням, запобіжний клапан КП, блок А зворотних клапанів КО1 і КО2, клапан тиску КДа («або»), фільтри Ф1...Ф3 і повітряний

(сапун) Ф4, гідродроселі ДР1 і ДР2, і гідробак Б. Реверсивне обертання насоса Н забезпечує зміну напрямку подання РР по лінії А або В. Вихід А насоса Н сполучений з отвором у безштоковій порожнині А1 гідроциліндра Ц послідовним ланцюгом гідропристроїв Ф1, ДР1 і ЗМ. Вихід В насоса Н сполучений з отвором В1 штокової порожнини гідроциліндра послідовним ланцюгом гідропристроїв Ф2, КДа, і ДР2. Запобіжний клапан КП встановлений паралельно лінії В–В1. Для повідомлення лінії А–А1 із запобіжним клапаном служить клапан тиску КДа, завдяки якому в ОГП встановлюють тільки один запобіжний клапан КП замість двох у кожній лінії А–А1 і В–В1. Трубопровід між отворами А1 і В2 об'єднує штокову і безштокову порожнини гідроциліндра на ділянці вільного ходу поршня (штока) для забезпечення «плавання» підресореної кабіни.

Гідророзподільник Р приєднаний до гідросистеми паралельно лінії А–А1 з лініями керування під торцями золотника до і після дроселя ДР1. Злив РР із гідророзподільника Р здійснюється в бак Б. Блок А зворотних клапанів має трипровідне виконання, що забезпечує автоматично постійне сполучення з баком Б (через фільтр Ф3) і з однією з ліній А–А1 або В–В1 залежно від напрямку подання потоку РР до гідроциліндра від насоса Н: при нагнітанні РР по лінії А–А1 – клапан КО1 в цій лінії перекривається, а всмоктування РР відбувається з боку лінії В через клапан КО2; при нагнітанні по лінії В–В1 клапан КО2 закривається, а клапан КО1 відкривається. Гідрозамок ЗМ одностороннього типу служить для фіксації кабіни і має трипровідну схему (дві лінії в послідовному ланцюзі А–А1 на вході і виході з гідрозамок, а лінія керування сполучена з лінією В–В1).

При підйомі кабіни насос Н нагнітає РР по ланцюгу А, Ф1, ДР1 і ЗМ у безштокову порожнину А1 гідроциліндра Ц і за допомогою клапана КДа через дросель ДР2 у штокову порожнину В1 гідроциліндра (шарик в клапані КДа переміщується при цьому вправо). Обидві порожнини гідроциліндра А1 і В1 сполучаються між собою при однаковому тиску завдяки тому, що гідроциліндр має диференціальну схему підключення. У зв'язку з різницею площ порожнин поршень починає переміщатися вгору. Течія РР через дросель ДР1 призводить до створення на ньому перепаду тисків і різниці сил, що діють на гідророзподільник Р, завдяки чому його золотник зміщується вправо і перекриває прохід РР у гідробак Б.

Досягши верхнього положення кабіни відключають електродвигун «м» і завдяки гідрозамку ЗМ шток гідроциліндра разом з кабіною фіксуються в заданому положенні. Для опускання кабіни реверсують подачу насоса Н шляхом зміни напрямку його обертання електродвигуном «м». При цьому РР надходить з отвору В через фільтр Ф2, клапан КДа і дросель ДР2 у штокову порожнину В1 гідроциліндра, а по каналу керування r_y в гідрозамок ЗМ, відкриваючи його. З безштокової порожнини А1 йде витіснення РР через гідрозамок ЗМ, дросель ДР1, відкритий клапан КО1 і фільтр Ф1 у магістраль А всмоктування насоса. Надлишок зливної з під поршня РР (через різницю об'ємів РР між штоковою і безштоковою порожнинами) зливається через гідророзподільник Р у гідробак Б. Золотник гідророзподільника Р при цьому зміщений вліво (як показано на схемі) завдяки перепаду тисків на дроселі ДР1 (тиск перед дроселем вищий, ніж за

дроселем). При досягненні кабіною нижнього положення, що відповідає об'єднанню порожнин гідроциліндра за допомогою отворів $A1$ і $B2$ реалізується «плаваючий» режим роботи ОГП. Наприклад, при русі поршня вгору PP зі штокової порожнини витісняється по каналу $B2-A1$ у безштокову (поршневу) порожнину, крім того, її недолік у цій порожнині компенсується за рахунок всмоктування із гідробака B через гідрозамок $ЗМ$, дросель $ДР1$, клапан $КО1$ і фільтр $\Phi3$. При русі поршня вниз PP перетікає по лінії $A1 \rightarrow B2 \rightarrow B1$ і підвищення тиску в лінії керування p_y викликає відкриття гідрозамка $ЗМ$ і злив PP через дросель $ДР1$, зворотний клапан $КО1$ і фільтр $\Phi3$ в бак B . Крім того, перепад тисків на дроселі $ДР1$ призводить до зміщення золотника гідророзподільника P вліво (як показано на схемі) і частина потоку PP зливається в бак B .

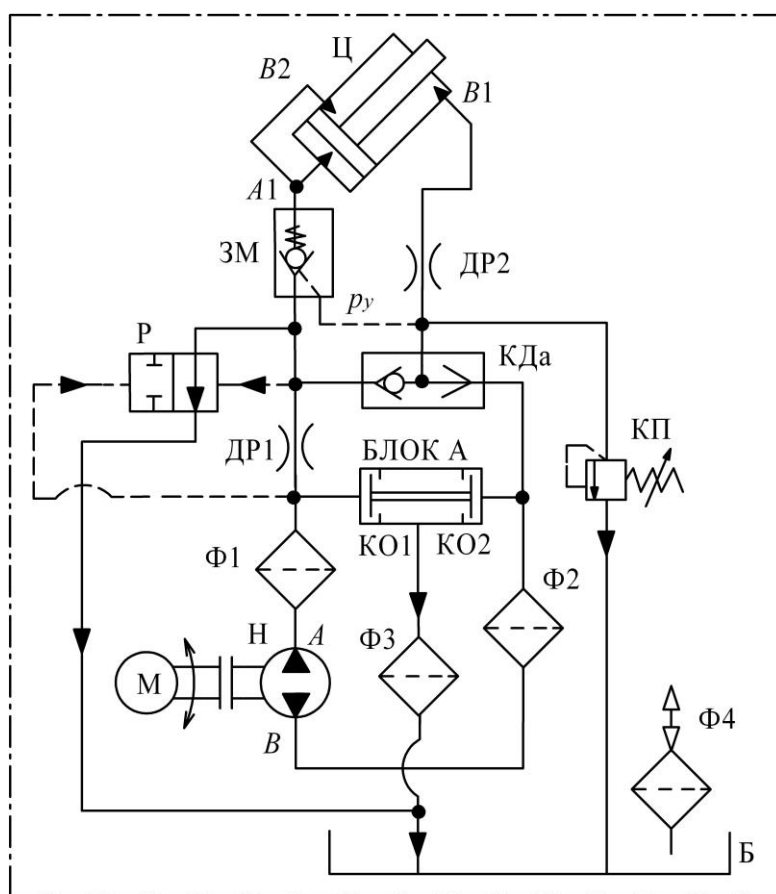


Рис. 8. Гідравлічна принципова схема моноблокового ОГП кабіни з реверсивним електродвигуном обертання насоса моделі «НУСАВ» фірми «POWER-PACKER»

Основні параметри, розміри, технічні вимоги, вимоги безпеки і правила приймання та методи випробувань ручних насосів та інших гідропрстроїв перекидання кабін автомобілів регламентовані відповідними стандартами. Вимоги до безпеки механізмів з ОГП зводяться до забезпечення фіксації кабіни в крайньому піднятому положенні, а також в будь-якому проміжному положенні у разі припинення подачі PP або розгерметизації підвідних трубопроводів. Крім

того, автомобілі повинні мати страхувальні пристрої (трос або упор), що забезпечують утримання кабіни в крайньому піднятому положенні. Тривалість циклів підйому і опускання кабіни (капота) при використанні насосів з електроприводом знаходиться в межах 24...60 с і до 100...150 циклів поршнів для ручних насосів.

Засоби безпеки привода підйому кабіни вантажного автомобіля забезпечуються за рахунок використання гідрозамків з мінімальним рівнем витрат робочої рідини.

2.6. Гідропривод з антибуксувальним пристроєм фірми «POCLAIN HYDRAULICS»

Гідравлічна принципова схема ОГП машини з гідромотор-колесами М1...М4 і антибуксувальним пристроєм VMA фірми «POCLAIN HYDRAULICS» наведена на рис. 9 [3]. До складу ОГП входять приводний ДВЗ, основний насос Н, насос підживлення Нп, дроселі ДР1...ДР4 з електромагнітним пропорційним керуванням, датчики частоти обертання коліс ДЧО1... ДЧО4, датчик ДПРК кута повороту рульового колеса РК і електронний блок керування БУ.

Під час руху транспортного засобу з однаковими швидкостями кожного з коліс, що характерно для прямолінійного руху по рівній сухій дорозі, дроселі ДР1...ДР4 нормально відкриті під дією зворотних пружин і РР при мінімальному гідравлічному опорі надходить до гідромоторів М1... М4. При повороті транспортного засобу за допомогою датчика ДПРК вводиться корегування подачі витрат через дроселі ДР1...ДР4 мотор-коліс М1 і М2 пропорційно кутовому відхиленню γ рульового колеса. Буксування одного з коліс призводить до різкого збільшення частоти обертання відповідного гідромотора, оскільки транспортний засіб зупиняється і вся подача насоса Н надходить тільки до одного з гідромоторів. Підвищення частоти обертання гідромотора понад максимально допустиме пов'язане з ризиком перегрівання поршневих груп і розподільного вузла. З метою запобігання режиму буксування електронний блок БК виконує порівняння значень сигналів зворотного зв'язку від датчиків частоти обертання ДЧО і вводить необхідну корекцію. Наприклад, при обертанні гідромотора М2 з підвищеною швидкістю, БУ подає електричний сигнал на дросель ДР2, перекриття перерізу якого перерозподіляє РР між гідромоторами і відновлює рух. Основною функцією гідроблока VMA є обмеження витрати, що подається до гідромотора буксованого колеса.

До складу блоку входять пілотні редукційні клапани з пропорційним електромагнітним керуванням, дроселі, до яких підводиться РР від основного насоса ОГП, запобіжні клапани і антикавітаційні клапани. Необхідність установки цих клапанів обумовлена тим, що перекриття дроселем перетину каналу підведення РР до гідромоторів супроводжується високими динамічними навантаженнями як підвищенням тиску понад допустимого для використовуваного

гідромотора, так і падінням з проявом явищ кавітації. Канали *A* і *B* призначені для сполучення з гідромоторами ОГП.

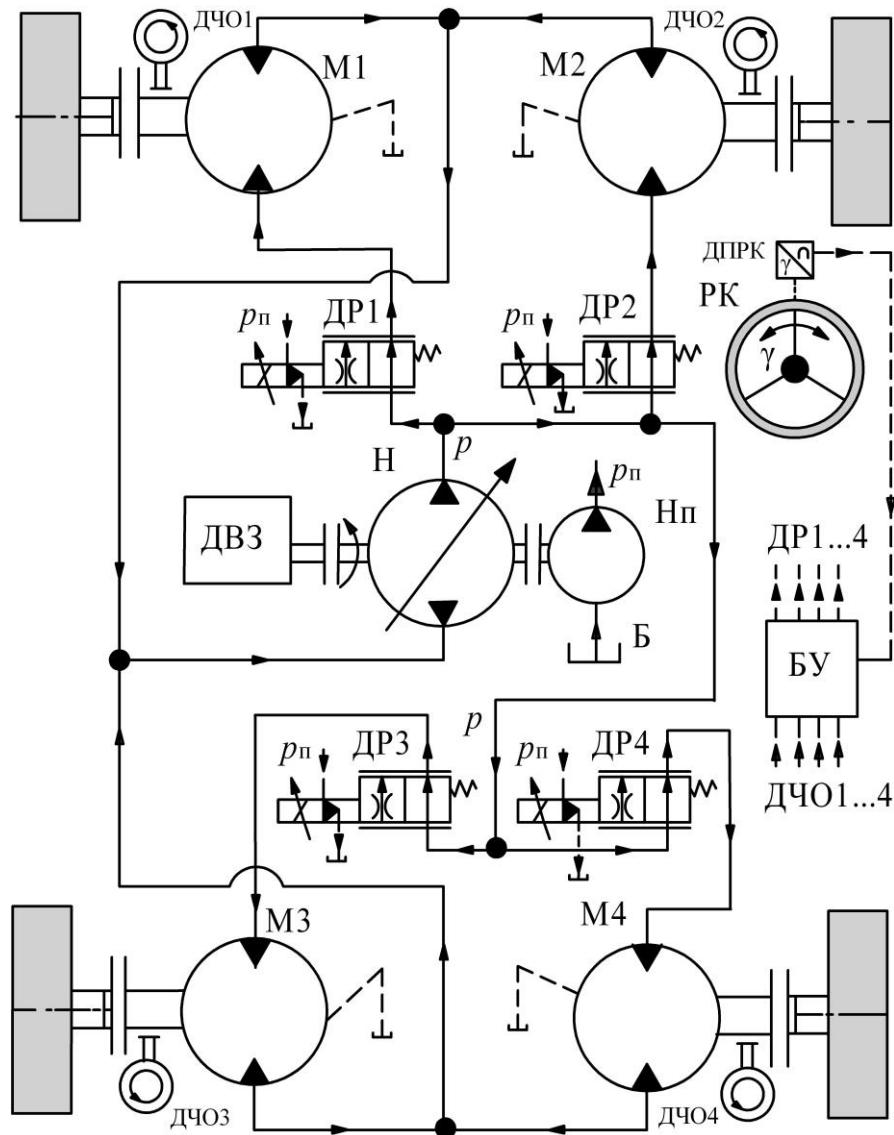


Рис. 9. Гідравлічна принципова схема ОГП з гідромотор-колесами фірми «ROCLAIN HYDRAULICS» і антибуксувальним пристроєм моделі VMA

Гідроблоки VMA випускаються в трубному та стиковому видах монтажу на тиск до 45 МПа і витратою до 50 л/хв, напругою живлення 12 або 24В постійного струму. Маса блоків 7,2 кг для трубного і 11 кг для стикового виконання. Гідроблоки VMA функціонують у комплекті з електронною системою керування Smart Drive ECU і датчиками зворотного зв'язку, що перетворюють частоти обертання мотор-колес в електричні сигнали.

Засоби безпеки гідропривода ходу машини з гідромотор-колесами забезпечують антибуксувальні властивості, що зменшує ризик дорожньо-транспортних пригод.

2.7. Гідропривод рульового керування

Для рульових механізмів позашляхових транспортних засобів зі швидкістю руху до 50 км/год (колісні екскаватори та бульдозери, дорожні котки, навантажувачі, трактори, сільськогосподарські збиральні комбайни та ін.) Застосовують ОГП, що включає гідроциліндри для повороту коліс, насос-дозатор для подачі регламентованого об'єму РР у порожнині гідроциліндрів пропорційно куту повороту рульового колеса і насос для подачі РР у гідросистему. ОГП рульового керування дозволяє істотно знизити зусилля на рульовому колесі, а сполучення насоса-дозатора з гідроциліндрами керування колесами за допомогою рукавів високого тиску РВД забезпечує зручність компонування рульового приводу на машині.

На рис. 10,а представлена гідросхема ОГП рульового керування фірми «SAUER DANFOSS», що включає гідроциліндр Ц приводу повороту коліс, насос-дозатор НД, насос Н з приводним двигуном ДВЗ, рукави РВД1(2) і бак Б. До складу насоса-дозатора НД входять гідророзподільник Р, запобіжний клапан КПн для захисту від перевантажень насоса Н, зворотний клапан КОн в лінії нагнітання насоса і «антикавітаційні» клапани КО1 і КО2 (сполучені з гідробаком Б) та запобіжні клапани КП1 і КП2 захисту від перевантажень гідроциліндра Ц і рукавів РВД («вторинні» або «протиударні» клапани). Позначення *L* і *R* відповідають підводам РР до гідроциліндрів Ц для забезпечення повороту транспортного засобу «вліво» або «вправо». Штрихпунк-тирною лінією обведена гідросхема насоса-дозатора НД. На зливі РР в гідробак Б встановлено фільтр Ф. При повороті рульового колеса і пов'язаного з ним гідророзподільника Р вліво лінія нагнітання *p* насоса сполучається з порожниною гідроциліндра *L*, при повороті рульового колеса і гідророзподільника Р вправо відбувається сполучення лінії *p* з порожниною гідроциліндра *R* і поворот транспортного засобу вправо.

Фірма «HYDRAULIK NORD» (ФРН) наводить таку класифікацію гідропідсилювачів рульового керування:

LAGB (рис. 10,а), в якій насос розвантажений завдяки сполученню ліній нагнітання *p* і зливу *T* з баком (open center – з відкритим центром), а колеса транспортного засобу не мають зворотного зв'язку з рульовим колесом (non reaction – відсутність реакції з боку коліс);

LAGBR (рис. 10, б), у якій насос розвантажений, а колеса при наїзді на яку-небудь перешкоду впливають на рульове колесо (reaction);

LAGBS (рис. 10,в), у якій порожнини *p* насоса і *T* гідробака роз'єднані (closed center – закритий центр) і відсутня реакція з боку коліс на рульове колесо (non reaction). Лінія *LS* дозволяє забезпечити переважне подання РР (пріоритет) до гідропідсилювача при використанні загального насоса для гідропідсилювача і технологічного обладнання;

LAGBEL (рис. 10,г), у якій порожнини *p* насоса і *T* роз'єднані (closed center – закритий центр) і відсутня реакція з боку коліс на рульове колесо (non reaction).

Лінія EL дозволяє підключити реле тиску для керування ввімкненням приводного електродвигуна резервного насоса.

Обертання рульового колеса в аварійному режимі при відмові насоса можливе тільки з насосом-дозатором обмеженого робочого об'єму (як правило, не більше 250 см^3) через зростання моменту опору, який оператор не в змозі подолати силою м'язів. У такому випадку для транспортних засобів, в яких необхідний підвищений робочий об'єм насоса-дозатора, ОГП рульового керування оснащують підсилювачем потоку РР за аналогією з пілотним керуванням у гідрозподільниках великих витрат.

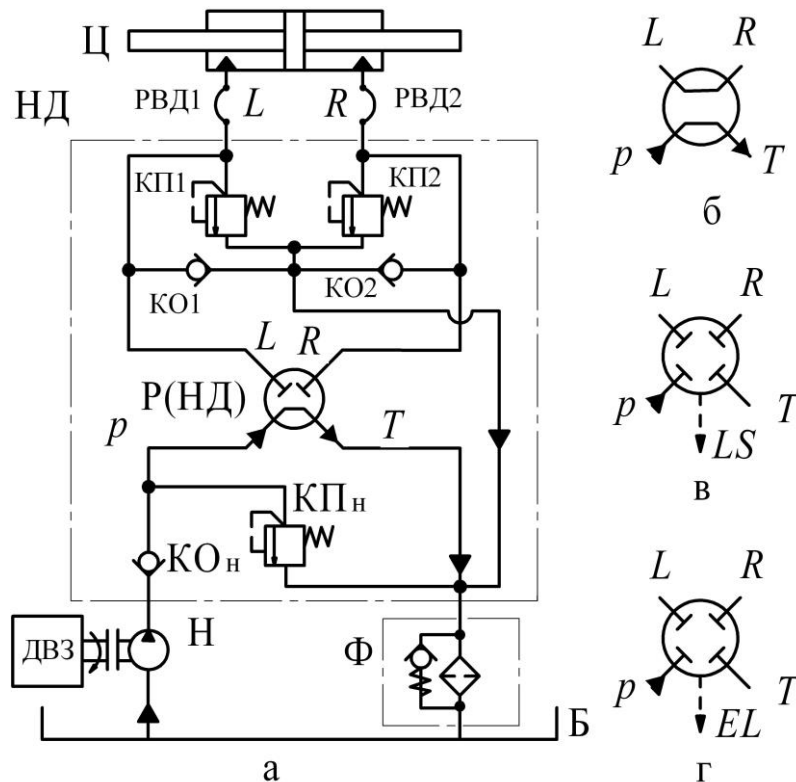


Рис. 10. Гідралічна принципова схема ОГП рульового керування позашляховим колісним транспортним засобом

При проектуванні ОГП рульового механізму хід поршня гідроциліндра і зусилля, що розвивається останнім, є відомими на підставі даних попереднього розрахунку кінематики та силової взаємодії ланок рульового механізму. Зважаючи на застосовувані гідроциліндри, насоси-дозатори і насоси подачі РР, у рульовому механізмі робочий тиск приймають мінімальним із номінальних значень за каталогами для трьох з вищевказаних гідроприсроїв.

Особу увагу при проектуванні слід уділити режиму роботи при відмові насоса привода рульового керування, так як у цьому випадку водій обертаючи рульове колесо працює як приводний двигун насоса. Подачу (витрату) насоса визначають при частоті обертання рульового колеса на режимах аварійного керування при відмові насоса $n_{\text{вод}} = 100 \dots 150 \text{ хв}^{-1}$

$$Q_H = 10^{-3} \cdot V_p \cdot n_{\text{вод}} = 10^{-3} \cdot V_p \cdot (50 \dots 150), \text{ л/хв}, \quad (1)$$

і його робочий об'єм без урахування коефіцієнта подачі

$$V_H = 10^3 \frac{Q_H}{n_H}, \text{ см}^3, \quad (2)$$

де n_H – частота обертання насоса, хв^{-1} .

Отримане значення робочого об'єму округлюють до більшого з ряду шестеренних насосів, наприклад, типу НШ виробництва ВАТ «Гідросила»: $V_H = 4; 6,3; 10; 12,5; 16$ і 20 см^3 .

Засоби безпеки рульового керування будівельно-дорожніх машин забезпечуються за рахунок використання запобіжних гідроклапанів на гідроціліндрах повороту коліс.

2.8. Гідропривод гальмівних систем

Насосний ОГП застосовують для гальмівних систем позашляхових транспортних засобів (off-highway). Гальмівні системи виробляють фірми «Misco», «Parker Hydraulics» і «Wabco» (США), «Rexroth Bosch Group», «Poclain Hydraulics» та ін.

На рис. 11 наведена гідравлічна принципова схема ОГП двоконтурної гальмівної системи фірми «Poclain Hydraulics», що включає три блоки: розподільний VB200, динамічного гальмування VB020 робочих гальм гідроциліндрів Црт1 і Црт2, приводу стоянкового (статичного) гальма VB002, гідроциліндр Цст, гідропневмоакумулятори АК1...АК3 і реле тиску РД. До блоку VB200 входять гідророзподільники Р1 (пріоритетний клапан) і пілотний Р2 для керування Р1, ізолюючі гідроклапани тиску КД1 і КД2, зворотний клапан КО1 і лінія LS дистанційного керування. Блок VB020 містить два пропорційних редуційних клапани КР1 і КР2 і керуючий об'єднаний привод педалі 1. Блок VB002 складається з редуційного клапана КР3 і приводу його керування за допомогою рукоятки 2 з фіксатором. Є також виконання блоку VB200-6 з ізолюючим клапаном шарикового типу для розділення контурів гальм.

До ОГП підведення РР здійснюється через блок VB200 (p – від насоса) і далі прямує через гідророзподільник Р1 і зворотний клапан КО1: до блоку VB020 робочої гальмівної системи через клапани КД1 і КД2 і від отвору А1 (до p 1) і А2 (до p 2); до блоку VB002 стоянкового гальма через отвір В3 і зворотний клапан КО2. Для розгальмування стоянкового гальма нормально-замкнутого типу переміщують важіль 2, що впливає на редуційний клапан КР3. Створюваний при цьому тиск в лінії Х переміщує поршень гідроциліндра Цст вправо, розгальмовуючи колеса транспортного засобу (сигналізація про розмикання гальма забезпечується реле тиску РД). При створенні зусилля на педаль 1 відбувається синхронне переміщення редуційних клапанів КР1 і КР2, що спричиняє створення тиску в

гідроциліндрах Црт1 і Црт2 та зусиль $F1$ і $F2$ гальмівних моментів на колесах відповідних контурів, пропорційних тиску РР.

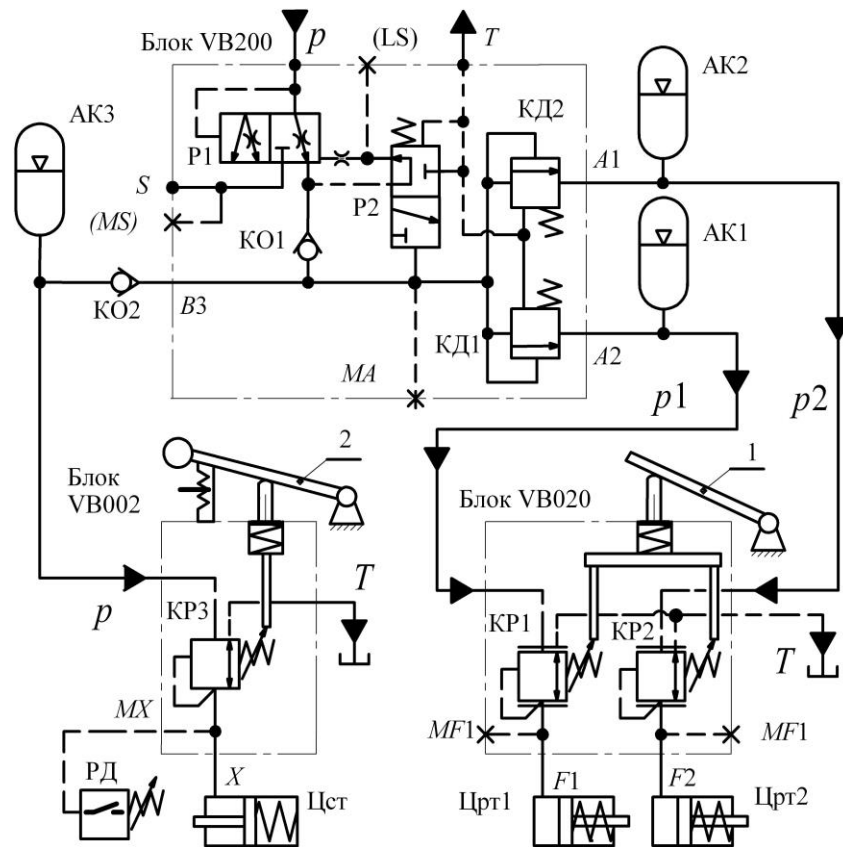


Рис. 11. Гідравлічна принципова схема ОГП гальмівної системи фірми «POCLAIN HYDRAULICS»

Якщо гальмівна система не приводиться в дію (при відсутності впливу на педаль 1), то насос ОГП (на схемі умовно не показано) виробляє зарядку акумуляторів АК1...АК3. При досягненні тиску зарядки на торці гідророзподільника Р2 створюється тиск, достатній для переміщення його золотника вгору. При цьому права торцова камера гідророзподільника Р1 (пріоритетного клапана) розвантажується від тиску (сполучається зі зливом у гідробак) і його золотник зміщується вправо, що забезпечує подання потоку РР від насоса до ОГП технологічного обладнання транспортного засобу по лінії S. При натисканні на педаль 1 гальма зниження тиску в лініях А1 і А2 призведе до автоматичного опускання вниз золотника гідророзподільника Р2 та повернення гідророзподільника Р1 вліво (як показано на схемі), що відновить пріоритет гальмівної системи. Точки МА, MS, MF1, MF2 і МХ слугують для підключення перетворювачів і реле тиску при необхідності діагностування ОГП.

Засоби безпеки приводів ходу будівельно-дорожніх машин з гальмами на базі ОГП забезпечують зменшення ризиків дорожньо-транспортних пригод.

3. ЗАХОДИ З ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час монтажу й експлуатації ОГП необхідно дотримуватися вимог безпеки за ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.2.086 і ГОСТ 12.2.040 та інструкцій з експлуатації на кожний гідропристрій і гідромашину.

Під час прокладання трубопроводів уздовж виробу не дозволене їх кріплення за допомогою зварювання.

Муфти з'єднання валів насосів і гідромоторів повинні мати огорожі відповідно до технічної документації.

На проставках (перехідниках), що з'єднують вали насосів і гідромоторів з приводними двигунами і виконавчими механізмами, відповідно, приєднувальних фланцях (штуцерах) і рукавах високого тиску мають бути нанесені червоною фарбою стрілки вказівки напрямку обертання і мітки, що вказують на зони нагнітання (високого тиску) РР.

Підключення електроживлення до електродвигунів і датчиків на гідропристроях повинні проводитися тільки після повного закінчення складально-монтажних робіт.

Заборонено під час експлуатації ОГП проводити роботи щодо технічного обслуговування, зокрема підтягнення різьбових з'єднань, очищення і обтирання гідропристроїв.

Під час проведення випробувань ОГП електродвигуни стенда мають бути вимкнені при:

- руйнуванні або загорянні гідроелектрообладнання;
- спрацьовуванні аварійної сигналізації при максимальному тиску нагнітання, мінімальному тиску підживлення, мінімальному рівні РР у гідробаку або її максимальній температурі;
- відмові вимірювальних приладів, зокрема при будь-яких пошкодженнях манометрів;
- припиненні подачі охолоджувальної рідини;
- появі підвищених зовнішніх витоків РР;
- появі підвищеного шуму, стукоту і вібрації.

Подальше ввімкнення (запуск) ОГП можливе тільки після усунення несправностей.

Функціонування запобіжних клапанів необхідно перевіряти перед початком випробувань.

Заборонена експлуатація ОГП на режимах, що перевищують гранично допустимі за тиском, частотою обертання і температурою РР.

Під час перевірки на відсутність витоків РР для всіх випробовуваних гідропристроїв повинен виконуватися такий регламент:

- при нульовому (мінімальному) тиску протягом 3 хв;
- при максимальному тиску протягом не менше 3 хв.

Роботи усередині гідробака повинні проводитися з дотриманням вимог ГОСТ 12.2.086, зокрема:

перед допуском робітників усередину гідробака його слід повністю спорожнити від РР, промити і провітрити;

перед проведенням робіт усередині гідробака мають бути від'єднанні або заглушені трубопроводи, підведені до гідробака;

при проведенні робіт усередині гідробака необхідне безперервне спостереження за проведенням робіт і станом тих, що працюють, спеціальною людиною, що знаходиться поза гідробаком;

робітник, який знаходиться усередині гідробака, має бути одягнений у захисний одяг і взуття, захисну каску, мати шланговий протигаз, переносні сходи, а також запобіжний пояс з канатом, кінець якого повинен знаходитися у спостерігача;

під час знаходження людей усередині гідробака необхідно застосовувати вибухозахисні світильники, що працюють при напрузі не більше 12 В, ввімкнення та вимкнення світильників слід проводити зовні гідробака.

На манометрах (шкалі або корпусі) мають бути нанесені червоні мітки, відповідні найбільшому або найменшому тиску, що допускається, в магістралях ОГП (основних, підживлення, керування і дренажу) або стендового устаткування. Головки гвинтів отворів для випускання повітря і зливні пробки на гідромашинах мають бути забарвлені в контрастний колір.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеної роботи можуть бути зроблені наступні висновки:

1. Систематизація та аналіз досягнень і проблем сучасного об'ємного гідроприводу впливають на формування актуальних завдань для конструкторів і вчених, відкривають для споживачів широкі можливості підбору гідрообладнання і є стимулом для розвитку вітчизняної конкурентоспроможної промисловості. Об'ємний гідропривод широко застосовується в будівельно-дорожніх машинах, в яких питання безпеки має суттєве значення.

2. Основними засобами безпеки при експлуатації об'ємного гідроприводу є використання:

- вмонтованих в гідромотор-колеса гальм нормально-замкненого типу;
- гідророзподільників з електромагнітом дискретного спрацьовування, логічного сигналізатора (реле), підключеного до системи контролю несправностей в електромагніті та кнопки аварійного відключення електроживлення;
- запобіжних клапанів високого тиску та блокування гусеничного ходу трактора при відсутності тракториста на сидінні трактора
- гальмівного клапану для плавного опускання вантажу, барабана лебідки з гальмом нормально-замкненого типу та запобіжними «вторинними» клапанами;
- гідрозамків з мінімальним рівнем втрат робочої рідини привода підйому кабіни вантажного автомобіля;
- гідромотор коліс з антибуксувальними властивостями, що зменшує ризик дорожньо-транспортних пригод;
- запобіжних гідроклапанів на гідроциліндрах повороту коліс;
- гальмам на базі ОГП, забезпечують зменшення ризиків дорожньо-транспортних пригод.

3. Приведені в роботі матеріали використовуються в навчальному процесі ХНАДУ при проведенні занять з дисциплін «Охорона праці у галузі» та «Цивільних захист» зі студентами спеціальності «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання» та «Метрологія та інформаційно-вимірвальні технології».

ЛІТЕРАТУРА

1. Гідроприводи об'ємні. Загальні правила застосування (ISO 4413:1998, IDT). – [Введен с 2002-09-01]. ДСТУ ISO 4413:2002. – Київ : – 2005. – 34 с. – (Держспоживстандарт України).
2. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 1. Загальні поняття. Терміни та визначення (ДСТУ 3455.1-96). – [Введен с 1998-01-01]. – 48 с. – (Державний стандарт України).
3. Аврунин Г.А. Гидравлическое оборудование строительных и дорожных машин: учебное пособие / (Г.А. Аврунин, И.Г. Кириченко, В.Б. Самородов); под ред. Г.А. Аврунина. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 467 с.

4. Не зависящие от нагрузки пропорциональные распределители PVG 32: каталог : SAUER-DANFOSS. – М.: ЗАО Данфосс. – 02/02. – 40 с.

5. Ручки дистанционного управления. Электронные аксессуары. Для группы гидравлических клапанов фирмы «Данфосс». НК.50.C1.02. – Данфосс 11/92. – 56 с.

6. Трактор ТС10. Руководство по эксплуатации ТС10.00.00.000 РЭ. – ОАО «Харьковский тракторный завод им. С. Оржоникидзе». – Харьков : – 2008. – 114 с.

Публікації авторів конкурсної роботи «аналіз засобів безпеки в гідроприводах сучасних будівельно-дорожніх машин» за темою дослідження

1. Олійник М. О., Рояка В. Д. (Науковий керівник – проф. Богатов О.І.) Використання засобів безпеки в гідроприводах сучасних будівельно-дорожніх машин // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах», Х.: ХНАДУ, 4-5 листопада 2019 р. – с. 104-109.<https://fmab.khadi.kharkov.ua/uk/kafedri/upravlinnja-ta-administruvannja/vseukrajinska-naukovo-praktichna-konferencija>

2. Олійник М. О., Рояка В. Д. (Керівник професор Богатов О.І.) Аналіз засобів безпеки в гідроприводах сучасних будівельно-дорожніх машин // Збірник доповідей XI Міжнародної науково-методичної конференції Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) "Безпека людини у сучасних умовах", 5 – 6 грудня 2019 р., НТУ «ХПІ», – Харків, 2019. – С. 133-135. http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9945/1/Kondratenko_Kovalenko_KhPI_2019.pdf

3. Акт впровадження в навчальний процес ХНАДУ