

УДК. 621.86

В.О. Воляннюк, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ФРОНТАЛЬНИХ ОДНОКІВШЕВИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

АНОТАЦІЯ. Розглянуто шляхи удосконалення фронтальних одноківшевих навантажувачів у сучасних умовах за основою системного підходу.

Ключові слова: фронтальні одноківшеві навантажувачі.

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены пути усовершенствования фронтальных одноковшовых погрузчиков в современных условиях на основе системного подхода.

Ключевые слова: фронтальные одноковшовые погрузчики.

SUMMARY. The ways of improvement of frontal tractor-shovels are considered in modern terms on the basis of approach of the systems.

Key words: frontal tractor-shovels.

Вступ

У будівництві значне поширення набуває застосування фронтальних одноківшевих навантажувачів для навантажувально-розвантажувальних робіт з сипучими і дрібнокусковими матеріалами або вантажами, розробки піщаних і гравійних кар'єрів, планувальних робіт на слабких ґрунтах, а також транспортування сипких і дрібнокускових матеріалів на відстань до 2 км, штабелювання штучних і тарних вантажів.

У джерелах [1 – 6] приводяться конструктивні рішення щодо удосконалення конкретних марок фронтальних одноківшевих навантажувачів, але відсутній системний аналіз удосконалення їхніх шляхів.

Мета статті полягає в огляді та системному аналізі шляхів удосконалення фронтальних одноківшевих навантажувачів у сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу

На навантажувачі сучасного типу встановлюють, в основному, дизельні двигуни, при необхідності підвищення потужності – з турбонадувом. Все більше виробників на цих двигунах застосовують електронне регулювання впорскування палива з використанням бортових комп'ютерів, що зменшує термін реагування на зміни навантаження двигунів і підвищує їх економічність. Двигуни повинні відповідати екологічним стандартам Stage II.

У конструкціях пневмоколісних базових машин навантажувачів для зміни напрямку руху рами складаються з двох напіврам, що сполучені двоточковим шарнірним з'єднанням. Повертаються напіврами одна відносно іншої за допомогою двох гідроциліндрів на кут, пропорційний куту повороту рульового колеса. У більшості машин кут повороту напіврам складає 40°.

У деяких випадках для повного повороту напіврам виникає необхідність у збільшенні обертів рульового колеса, тому ряд виробників розробили і пропонують альтернативні варіанти.

На навантажувачах фірми Caterpillar замість рульового колеса встановлюють штурвал з рукояттю під ліву руку, і оператор однією рукою керує поворотом і трансмісією, вмикаючи передню, нейтральну і задню передачі трьохпозиційним кулісним перемикачем на рукоятці. Підвищення-пониження передач здійснюють вручну натисненням великого пальця руки на двохпозиційний кулісний перемикач. Для повного повороту штурвал повертають на 70° вправо-вліво.

Фірми Komatsu і Volvo встановлюють джойстик рульового керування, що значно полегшує керування машиною.

Гідромеханічна трансмісія для навантажувачів на сьогодні найбільш розповсюджена. Обертний момент передається від двигуна через гідротрансформатор в напівавтоматичну коробку передач (КП) і

далі карданними передачами на головні редуктори переднього і заднього мостів.

Оператор керує напіваавтоматичною КП, не тільки задаючи їй положення «передній хід», «задній хід» або нейтральне, але і вибираючи поворотною рукояттю на підрульовому перемикачі максимальну передачу. За мірою набору швидкості КП автоматично перемикає передачі без розриву потоку потужності, поки не досягне її значення встановленого оператором, а при гальмуванні автоматично знижує передачі. Можливе ручне перемикання передач на навантажувачах, де передбачено такий режим роботи КП.

У трансмісії навантажувачів корпорації Komatsu масою 8,5...14 т (WA 150 PZ-5...WA 320-5) використано гідрооб'ємний привід. Двигун приводить до дії регульований гідронасос, від нього потужність поступає до двох регульованих гідродвигунів – низько- і високомоментного, які встановлені на роздавальній коробці, і далі на мости обертовий момент передається карданними валами. При початку руху і наборі швидкості працюють обидва двигуни. Під час переходу на підвищену передачу муфта автоматично відключає високомоментний двигун, щоб він не загальмовував обертання веденого вала. Керують трансмісією лівим підрульовим перемикачем (напряму руху) і селекторним перемикачем на пульті керування (передачі).

Посилені мости і диференціали підвищеного тертя багато виробників включають в базову комплектацію. Диференціал підвищеного тертя особливо ефективний під час руху по слизькій поверхні, перешкоджаючи пробуксуванню шин, а на твердому покритті працює як простий диференціал, що оберігає шини від передчасного зносу. На деяких моделях навантажувачів робоча рідина підводиться до циліндрів гальм по проточках в корпусі моста, що незрівнянно надійніше за підведення зовнішнім трубопроводом. Варіанти трубопроводу для об'єкта устаткування – із Z-подібним і паралелограмним або H- подібним механізмом закидання ковша Z- подібна схема – основна, її в ба-

зовій комплектації застосовує більшість виробників. Цій схемі властиве підвищене викидне зусилля. Разом з тим ця схема обмежує висоту підйому ковша. Для деяких моделей навантажувачів передбачена подовжена стріла 1 (рис. 1), збільшення висоти підйому якої досягнута за рахунок відсутнього зниження вантажопідйомності і викидного зусилля. Для підтримки постійного горизонту ковша при підйомі-опусканні стріли навантажувачі з Z-подібною геометрією такі схеми оснащують додатковою слідкуючою системою, яка включається або автоматично, або вручну тумблером на пульті керування.

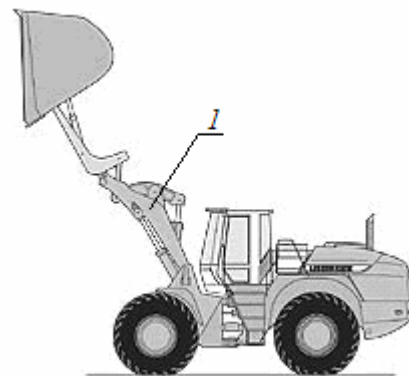


Рис 1. Навантажувач з подовженою стрілою

Для більшості моделей навантажувачів з Z-подібним механізмом закидання пропонуються механізми швидкої зміни навісного устаткування, що розширюють функціональні можливості машини.

Головним робочим інструментом навантажувача був і залишається основний ківш для навантаження заздалегідь розпушених ґрунтів і сипких матеріалів густиною 1,3...1,8 т/м³. Для кожної моделі передбачено два і більш варіантів основного ковша, що розрізняються і по місткості, і по конструкції. Залежно від призначення ківш оснащений ріжучою кромкою (суцільний або з сегментів), зубами або зубами та сегментами із зносостійкої сталі підвищеної твердості. Ці елементи переважно змінні. Окрім основних є ковші підвищеної місткості і ковші для легких матеріалів, місткість яких в півтора-два рази більше за основних ковшів. Великий ківш для легких матеріалів значно знижує висоту розвантаження навантажу-

вача. Ряд моделей навантажувачів можуть комплектувати скельними ковшами з елементами з високоміцних, стійких до стирання сталей.

На тих же самих моделях навантажувачів застосовують і паралелограмну схему закидання ковша, яка забезпечує значну висоту підйому і кут закидання ковша, але за меншої вантажопідйомності і виривному зусиллі. Геометрія цієї схеми така, що при підйомі-опусканні стріли зберігається постійний кут нахилу ковша.

Типове змінне устаткування для цієї схеми: ковші підвищеної місткості, ковші для легких матеріалів, вантажні вила, щелепні захвати, все це можна замінювати за допомогою механізму швидкої зміни без виходу оператора із кабіни.

Пропонуються і інші стріли з паралелограмною геометрією механізму закидання ковша. Відмітна особливість навантажувачів Volvo – робоче обладнання з оригінальним механізмом закидання TP-Linkage (Torque Parallel), що є складною системою важелів, за рахунок якої суміщені переваги двох традиційних механізмів – Z-подібного і паралелограмного. Механізм TP-Linkage надає велике виривне зусилля, як Z-подібна схема, а при підйомі автоматично підтримує горизонт ковша, як паралелограмна схема.

Робочим обладнанням керують трьох-, двох- чи однопальчиковою системами або опційним джойстиком з регульованою по висоті підставкою під зап'ясток. На останні моделі для цих цілей все більше встановлюють за замовленням джойстики.

Для запобігання ударного навантаження під час зупинки стріли, в робочу гідросистему включають дросель. Система стабілізації робочих органів з азотно-масляними акумуляторами входить в додаткове обладнання гідросистем навантажувачів.

Агрегати і системи навантажувача знаходяться під контролем електронної системи. Перед запуском двигуна вона тестує машину, веде постійний моніторинг роботи і зберігає дані, щоб згодом їх можна було через спеціальний інтерфейс переда-

ти на мобільний комп'ютер для детального вивчення.

Кабіна – це зона підвищеної уваги. Сучасна кабіна одночасно зручна, функціональна, вібро- і шумоізолювана і відповідає вимогам безпеки. Кабіни склять за всім периметром тонованими склами. Чотириохточкова підвіска кабіни на гідроподушках та підресорене крісло з регулюваннями за масою і ростом оператора знижують вібраційну дію на нього і його стомлюваність. Регульована по нахилу і висоті рульова колонка, джойстик управління робочим обладнанням (вбудований в підлокітники крісла), легко читані аналогові прилади на дисплеї, кондиціонування повітря також сприяють продуктивній роботі оператора.

Все більше значення надається дизайну машини, який тепер розглядають не тільки як індивідуальну, відмінну рису марки виробника, але і покликану відрізнитися витонченими контурами.

Для збільшення висоти підйому вантажу і розширення функцій навантажувачів на них встановлюють телескопічні стріли. Телескопічні навантажувачі (рис. 2) суміщають функції крана і фронтального навантажувача. Висота підйому вантажу досягає 17м.



Рис. 2. Телескопічний навантажувач JCB 537 loadall

Їх використовують при виконанні навантажувально-розвантажувальних, підйомно-транспортних, будівельно-монтажних робіт в промисловому і цивільному будівництві, в складському господарстві для створення високих насипів і т.п.

Для роботи в обмежених умовах застосовують малогабаритні міні-навантажувачі з вантажопідйомністю від 320 до 1800 кг.

Такі навантажувачі здатні проїздити навіть в дверний проріз. При необхідності підвищення прохідності навантажувачів по слабких ґрунтах для них пропонують застосувати замість коліс гусениці. Основна область їх застосування – складські роботи, в приміщенні цехів, дорожнє будівництво, прокладання комунікацій, облаштування ландшафтів і т.п. Універсальність їх досягається використанням 17 і більше видів швидкозмінного навісного обладнання, яке знаходить застосування в широкому переліку робіт: ківш основний та кар'єрний, вила, відвал поворотний, штир вантажний... При необхідності заміна навіски проводиться оператором без сторонньої допомоги.

Поєднання функцій навантажувача і екскаватора здійснюється шляхом встановлення на нього в задній частині екскаваторного обладнання типу "зворотня лопата". Екскаватори-навантажувачі (блеклодери) знаходять все більше застосування завдяки своїй універсальності, вони замінюють відразу три машини – екскаватор, навантажувач і самоскид.

Екскаваторне обладнання використовують для прокладання траншей під комунікації, розробки невеликих котлованів під фундамент будівель, видобування на місці і завантаження у транспортні засоби будівельних матеріалів.

Для Америки виготовляють екскаваторне обладнання в осьовому виконанні з відкидними опорами, а для решти світу – з бічним зрушенням тобто з можливістю переміщення стріли вліво-вправо по двох поперечних напрямних і з вертикальними опорами. Екскаваторне обладнання з бічним зрушенням дозволяє, наприклад, вирізання траншей вздовж стіни будівлі, але будова його більш складна порівнянно з екскаваторним обладнанням в осьовому виконанні і така конструкція більш важка.

Окрім ковшів «зворотня лопата» з екскаваторним обладнанням в якості змінних робочих органів використовують розпушувач мерзлоти, перевантажувачі з різними захватами (зокрема електромагнітним і пачковим), грейфер, шнековий бур, гідромо-

лот, зуб-розпушувач, відвал, ямобур, підйомник.

Конструкція екскаватора повинна забезпечувати використання основного робочого обладнання і не менше ніж двох видів змінного. Основним (розрахунковим) вважається ківш для розробки ґрунтів III категорії.

У транспортному положенні стріла екскаваторного обладнання складається у вигляді "банана" (рис. 3), скорочуючи габарити машини, що важливо при проїзді по дорогах з щільним потоком руху.



Рис. 3. Екскаватор-навантажувач Case 580 Super LE з обладнанням у вигляді "банана"

Пропонуються різні варіанти оснащення гідросистеми екскаватора-навантажувача. Так, корпорації Komatsu, Terex, Volvo, JCB і Caterpillar пропонують машини, обладнанні гідросистемами Closed Centre. Як правило, машини комплектуються регульованим аксіально-поршневим насосом змінної продуктивності. Швидкість виконання робочих операцій, витрата і тиск в гідросистемі автоматично регулюються залежно від умов роботи і зовнішнього навантаження, наприклад, при виконанні відразу декількох операцій витрата робочої рідини збільшується. За значним повільним виконанням робочих операцій гідронасос може міняти витрату в необмеженому діапазоні, аж до нуля, а під час роботи машини на холостому ходу припиняє подачу рідини. Система збільшує продуктивність машини, покращує її керованість, знижує витрату палива.

Альтернативний варіант: гідросистема Open Centre не тільки залишається в арсеналі більшості виробників, але і продовжує удосконалюватися. У ній використані шестеренчасті насоси постійної продуктивності, які прості, ефективні, невибагливі і, що важливо, доступніші за ціною. Потужність

гідроприводу регулюється головним редуційним клапаном, що автоматично скидає надмірний тиск, перепускаючи рідину в зливну магістраль. При деякій втраті паливної економічності споживач одержує вигреш в надійності машини. Крім того, за заявленням виробників, така система дозволяє оператору «відчувати» процес копання, коли потрібна висока точність роботи. Якщо виїмку ґрунту здійснюють поблизу перешкод, що знаходяться в землі, наприклад підземних комунікацій, і коли ківш упирається в перешкоду, то, за свідченнями досвідчених операторів, вони відчують по збільшеній напрузі на важелях керування миттєве підвищення тиску в гідросистемі, ще до спрацювання редуційного клапана. Оператори, які добре знайомі з роботою обох гідравлічних систем, відзначають, що гідросистема Closed Centre демпфує пікові сплески тиску, і оператору складніше відчути зіткнення ковша з перешкодою під час копання ґрунту.

Під землею, на глибині, на яку розробляють ґрунт екскаватори-навантажувачі, розташовується все більше дорогих комунікацій, тому корпорація Case продовжує рекламувати «високу чутливість керування» своїх машин як істотну перевагу над конкурентами.

Все більше виробників (JCB, Komatsu, Case, Caterpillar) починають поставки екскаваторів-навантажувачів з системами керування екскаваторним обладнанням з використанням джойстиків. Джойстик вимагає менше зусилля під час керування і може бути вбудований в підлокітник сидіння, що дуже зручне: оператор менше втомлюється, рідше скоює помилки, продуктивність праці підвищується.

Перспективними напрямками розвитку фронтальних однокішшевих навантажувачів є впровадження все більш різноманітного швидкозмінного робочого обладнання, автоматизація робочих процесів шляхом застосування інтелектуальних автоматизованих систем, підвищення тиску в робочих гідравлічних системах, поліпшення умов роботи операторів, впровадження все більш жорстких екологічних вимог, засто-

сування більш якісних експлуатаційних матеріалів.

Висновки

Таким чином, продовжується тенденція зростання універсальності фронтальних однокішшевих навантажувачів, тобто збільшення переліку робочих операцій, які вони можуть виконувати за рахунок використання швидкозмінного робочого обладнання, яке оператор може змінювати без виходу із кабіни.

Йде постійний пошук нових конструктивних рішень щодо удосконалення базових машин і робочого обладнання з метою підвищення продуктивності навантажувачів, їх надійності, збільшення ресурсу між черговими технічними обслуговуваннями та плановими ремонтами, поліпшення систем контролю та визначення їх технічного стану, автоматизації робочих процесів, поліпшення умов роботи операторів. Для збільшення висоти розвантаження матеріалу або висоти підйому вантажу використовуються подовжені або телескопічні стріли.

Все більше в системах керування навантажувачів застосовуються бортові комп'ютери та джойстики.

Література

1. *Мельников Н.* Четыре в одной. // Основные средства. – 2007. – №5.
2. *Малютин Л.* Першероны ударных строек. // Основные средства. – 2006. – №2,3,4.
3. *Попов И.* Весомое преимущество телескопических погрузчиков. // Основные средства. – 2004. – №5.
4. *Малютин Л.* Преимущество в сравнении. // Основные средства. – 2006. – №7.
5. *Малютин Л.* Импортные экскаваторы-погрузчики на российском рынке. // Основные средства. – 2003. – №12.
6. *Протасов С.* Экскаваторы-погрузчики: состояние систем. // Основные средства. – 2005. – №3.

Рецензент: О.М. Гаркавенко, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

Отримано: 24.05.2011 р.