

Н.І.Библюк д-р техн.наук, проф., О.С.Мачуга канд.фіз.-мат.наук
Національний Лісотехнічний Університет України, м.Львів, Україна

ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНІ КОМБАЙНИ: ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ, ФУНКЦІЙНІ СХЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ.

Проанализировано современное состояние лесозаготовительных технологий в Украине и перспективы их модернизации с учетом опыта стран Центральной Европы. Представлены основные сравнительные характеристики лесозаготовительных комбайнов – харвестеров. Систематизированы функции главного рабочего органа комбайна – многоцелевой головки. Предложена функциональная схема комбайна, исходя из которой предполагается моделирование элементов его конструкции.

The up-to-date state of logging technologies in Ukraine and their modernization perspectives according to Central European countries experience are analysed. The main comparative characteristics of logging combines – harvesters – are presented. The functions of the general processor of the harvesters, multifunctional head, are systemized. According to the proposed harvesters function scheme, model of the sash elements of constructions is suggested.

1. Аналіз сучасного стану. Лісозаготівля є найпрацесмішою фазою робіт лісового господарства. Валовий продукт в Україні на одного працівника виробничої сфери склав в 2004 р. 38 418 грн.[1]. За даними [2] обсяг реалізації деревини від лісозаготівлі в ДП "Надвірнянське лісове господарство" склав 23 850 грн. за 2006 рік на одного працівника, а в цілому по Держкомлісгоспові України - 34 308 грн. (2007 р.) [3]. Збільшення продуктивності праці потребує впровадження нових технологій лісозаготівлі та освоєння нової техніки, зокрема використання багатоопераційних лісозаготівельних машин – харвестерів у комплексі з самозавантажувальними сортиментовозами - форвадерами. Висока вартість та відсутність фахових підходів ускладнюють використання такої техніки в Україні. На даний час мало місце короткочасне використання харвестера на держлісгоспах Львівщини та презентація харвестера і форвадера фірми Valmet у Івано-Франківщині.

Лісозаготівля складається з процесів зрізування дерев, обрізування сучків, трелювання стовбурів до верхнього складу, розкрязування на сортименти (за потребою) та транспортування на лісопереробні підприємства [4]. Для виконання цих робіт в даний час використовуються бензиномоторні пили, лебідки, коні, колісні і гусеничні трактори, лінво-підвісні системи та лісовозні автопотяги. Завдання модернізації лісозаготівлі полягають в наступному:

а) вдосконалення наявних технологій за рахунок будівництва та реконструкції лісовозних доріг та оновлення техніки з урахуванням екологічних чинників [5];

б) впровадження багатоопераційних лісозаготівельних машин - харвестерів та форвадерів;

в) впровадження нетрадиційних лісотранспортних систем на зразок мобільних лінвових підвісних доріг [6], монорейкових доріг [7] тощо;

г) використання повітроплавальних апаратів [8-12], зокрема, гелікоптерів для доставлення деревини з важкодоступних лісових територій та на розробленні вітровалів.

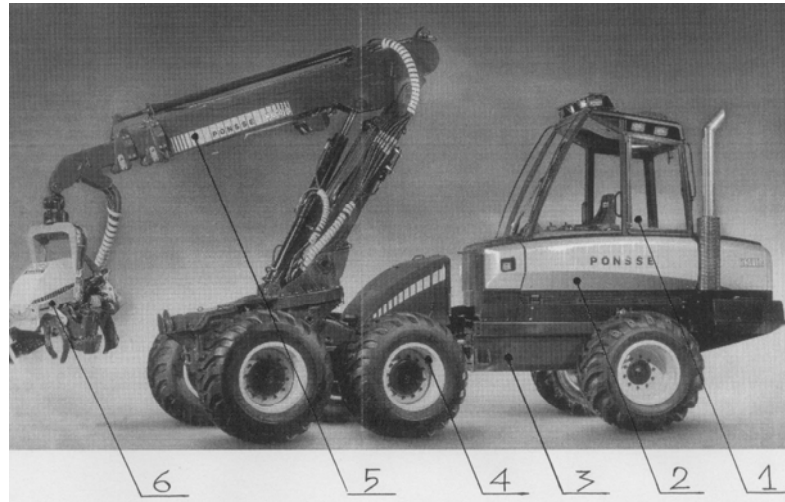


Рис. 1. Лісозаготівельний комбайн – харвестер фірми PONSSE.

1 – кабіна з органами управління, 2 – силові агрегати, 3 – рама, 4 – колеса, ходова частина і трансмісія, 5 – стріла, 6 – багатофункційна харвестерна головка

Багатоопераційний лісозаготівельний комбайн – харвестер (рис. 1) – призначено для звалювання деревини, обрізування від сучків, розкрязування на сортименти, пакетування та виконання допоміжних операцій, зокрема обліку заготованої деревини. Збирання пакетованої деревини на лісосіці, навантаження на транспортний засіб, трелювання до верхнього складу та штабелювання – головні функції форвадера. Лісозаготівельні технології із використанням харвестера і форвадера забезпечуть декількакратне зростання продуктивності праці у порівнянні з застарілими технологіями. В останні десятиліття такі технології лісозаготівлі отримали широке розповсюдження в країнах північної Європи, Америки, Канади, Японії, а в останні роки - в країнах центральної Європи та прибалтійських країнах [13-16]. Ефективне використання лісозаготівельних машин нового покоління тісно пов'язане з виконанням екологічних досліджень, зокрема, оцінки ступеня пошкодженості заготовленої харвестером деревини [17-20], рівня шуму в кабіні та в навколишньому середовищі [21-22], тиску коліс харвестера на ґрунт [23, 24] і інше. Зауважимо, що останній напрямок досліджень для класичних механізмів лісозаготівлі є достатньо розвинутим як за кордоном, так і в Україні [25-26].

2. Мета. Вищенаведені дослідження стосуються проблем господарювання за допомогою нових технологій, оцінки впливу комбайнів на довкілля. Аналіз будови лісозаготівельних комбайнів – харвестерів, їх конструктивні особливості, в науковій літературі не висвітлюються, очевидно з метою зупинення подальшої конкуренції. Метою даної роботи є побудова функційних і структурних схем з можливістю їх подальшого використання для моделювання та розрахунку елементів машин, виконання конструкторських робіт та їх впровадження.

3. Технічні дані. До світових лідерів з виробництва форвадерів та харвестерів відносяться фірми TIMBERJACK [28], KOMATSU, VALMET [29], PONSSE [30], Logset [31], ROTTNE [32], Vimek, Naarva kouga та багато інших. Загальні технічні дані деяких типів харвестерів різних фірм наведено в Табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики технічних даних деяких типів харвестерів різних фірм

		Маса, нетто, кг	Довжина, м	Ширина, м	Висота транспортна, м	Потужність двигуна, кВт	Крутний мом., Н*м	К-сть насосів в гідроприводі, шт.	Довжина стріли, м
1	PONSSE BEAR	24500	8,80	2,99	3,86	240	1300	2	11
2	PONSSE ERGO	15500	7,68	2,64	3,96	180	900	2	10
3	TIMBERJACK 870B	12200		2,80		113		1	9,3-10
4	TIMBERJACK 1270B	16350		2,86		152		2	8,6-10
5	VALMET 911.3x3M	25000	7,08	3,00	3,90	170	1000	1	10-11
6	VALMET 901.3	14490		2,71		140	800		10-11
7	KOMATSU PC228LC	24500		3,08		110			9,5
8	ROTTNE H20			3,00					10
9	Logest 4H TITAN	11000	5,95	3,66	3,38	108		1	7,6-9
10	Logest 6H TITAN	17000	7,20	3,70	2,62	166		1	8,3-10

Зазначимо, що транспортні габарити лісосічних машин знаходяться в межах, які допускаються для їх безперешкодного переміщення автомобільними шляхами загального призначення. Питома потужність двигуна на одиницю нетто ваги машини знаходиться в межах 0,0093 – 0,0166 кВт/кг (виняток становлять механізми японської корпорації KOMATSU: 0,0045 – 0,0068 кВт/кг). Аналогічний показник для сільськогосподарського комбайна знаходиться в межах 0,0101-0,0131 кВт/кг [32], гусеничних тракторів – 0,0160 кВт/кг.

Таблиця 2.

Порівняльні характеристики технічних даних деяких харвестерних головок різних фірм

		Оптимальний об'єм стовбура, м ³	Діаметр стовбура, м	Швидкість подачі стовбура, м/с	К-сть ножів, шт.	К-сть роликів, шт.	Зусилля подавання, кН	Маса, кг
1	PONSSE H53		0,50	0-4,5	4	3	18	
2	PONSSE H60		0,60	0-6,0	5	2	24	
3	PONSSE X50 750 ¾"		0,78	0-5,0	5	4	33-43	
4	TIMBERJACK 732B	0,08-0,15	0,35	0-4,5	4	2		
5	TIMBERJACK 758	0,3-1,0	0,65	0-4,7	5	4		
6	VALMET 330.2		0,48	0-4,5	3	2	15,5	685
7	VALMET 370E		0,70	0-5,0	5	2	21-30,7	1600

Головним функційним начепним органом лісозаготівельного комбайна є харвестерна головка (рис.2), призначена для комплексного оброблення стовбура від його захоплення в деревостані до розкрязування на сортименти.

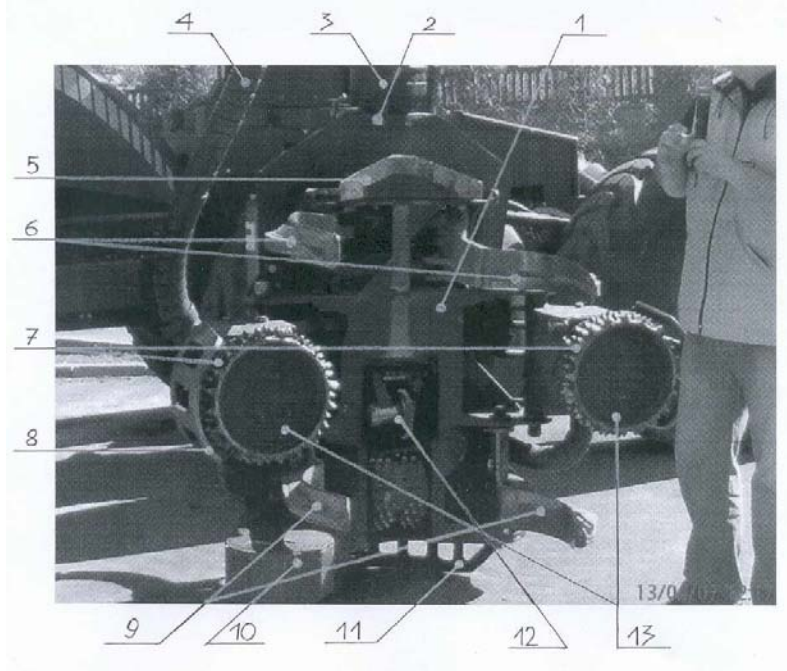


Рис. 2. Харвестерна головка фірми PONSSE

1 - корпус головки, 2 – шарнірний підвіс, 3 – гідромотор, 4 – гідромагістралі, 5 – верхній нерухомий ніж-сучкоріз, 6 – верхні рухомі ножі сучкорізи, 7 – подаючі роліки, 8 – гідроциліндр управління захватом гідравлічних роліків, 9 – нижній рухомий ніж – сучкоріз, 10 – блок гідромоторів гідропили, 11 – кожух ланцюгової пили, 12 – мірний ролік, 13 – гідромотор подаючого роліка, (фото авторів)

В процесі оброблення стовбура відбувається його зрізування ланцюговою пилою, підтримання стовбура і напрямлення його падіння, протяжка стовбура подавальними роліками вздовж головки з обрізуванням гілок та сучків, позиціонуванням стовбура згідно сортиментів для розкрязування та часткове штабелювання на лісосіці. Технічні характеристики деяких харвестерних головок наведено в таблиці 2.

4. Будова харвестерної головки. Робочий орган кріпиться через кульовий шарнір до стріли комбайна. Приводом всіх механізмів головки є гідродвигуни, які працюють від одного або декількох насосів в корпусі комбайна. Керування гідродвигунами електронно-механічне, чутливе до навантаження [33]. Під час охоплення стовбура головка здійснює обертовий рух навколо вертикальної осі, що проходить через шарнір 2 з приводом від реверсивного гідромотору 3. Верхній нерухомий ніж – сучкоріз 4 служить для обрізання гілок, сучків та фрагментів кори зі стовбура при протяжці його через головку, виконаний як складова частина корпусу головки. Важливим механізмом є рухомі подавальні роліки 7. В залежності від товщини стовбурів, для яких розрахована головка, роліків може бути від двох до шести, частина із яких (як правило два) є нерухомі. Рухомі роліки можуть здійснювати секторіальний коловий рух навколо

вертикальної осі корпусу відносно нього, під дією силових гідроциліндрів 8. В процесі протяжки стовбура через головку, діаметр стовбура змінюється (збільшується або зменшується), тому роліки разом із рухомими ножами відповідно збільшують, або зменшують ступінь захвату стовбура. За час протяжки зрізаного стовбура через головку здійснюють синхронний обертовий рух навкруг своєї осі з приводом від реверсивних гідромоторів, що забезпечують протяжку стовбура із швидкістю до 6 м/с з можливістю швидкого прискорення або сповільнення протяжки. Поверхня роліка повинна мати чітко виражену фактуру, яка протидіє проковзанню стовбура до роліка. В якості матеріала можуть використовуватись ланцюги на гумовій основі, ланцюги залиті гумою, литі або фрезеровані траки [15]. Однак збільшення рельєфу фактурних виступів, приводить до підвищення пошкодженості заготовлених стовбурів.

Стовбур, захоплений та утримуваний головою, зрізається ланцюговою пилою, яка виштовхується відповідним гідромотором з кожуха з поворотом навкруг вертикальної осі, що проходить через блок 11. Інший гідромотор приводить в рух привідну зірочку ланцюга. В деяких харвестерних головках для зрізування стовбурів невеликих діаметрів (рубки догляду) замість ланцюгових пил використовується гільйотинний ніж.

Обліку заготовленої деревини та позиціонування стовбура відносно головки при розпиленні його на сортименти забезпечується мірним роліком 12, зв'язаним з комп'ютерною системою управління комбайном. Позиціонування при розпилюванні на сортименти 2÷8м відбувається в автоматичному режимі; обсяг заготівельної деревини зберігається в головному процесорі і виводиться на дисплей.

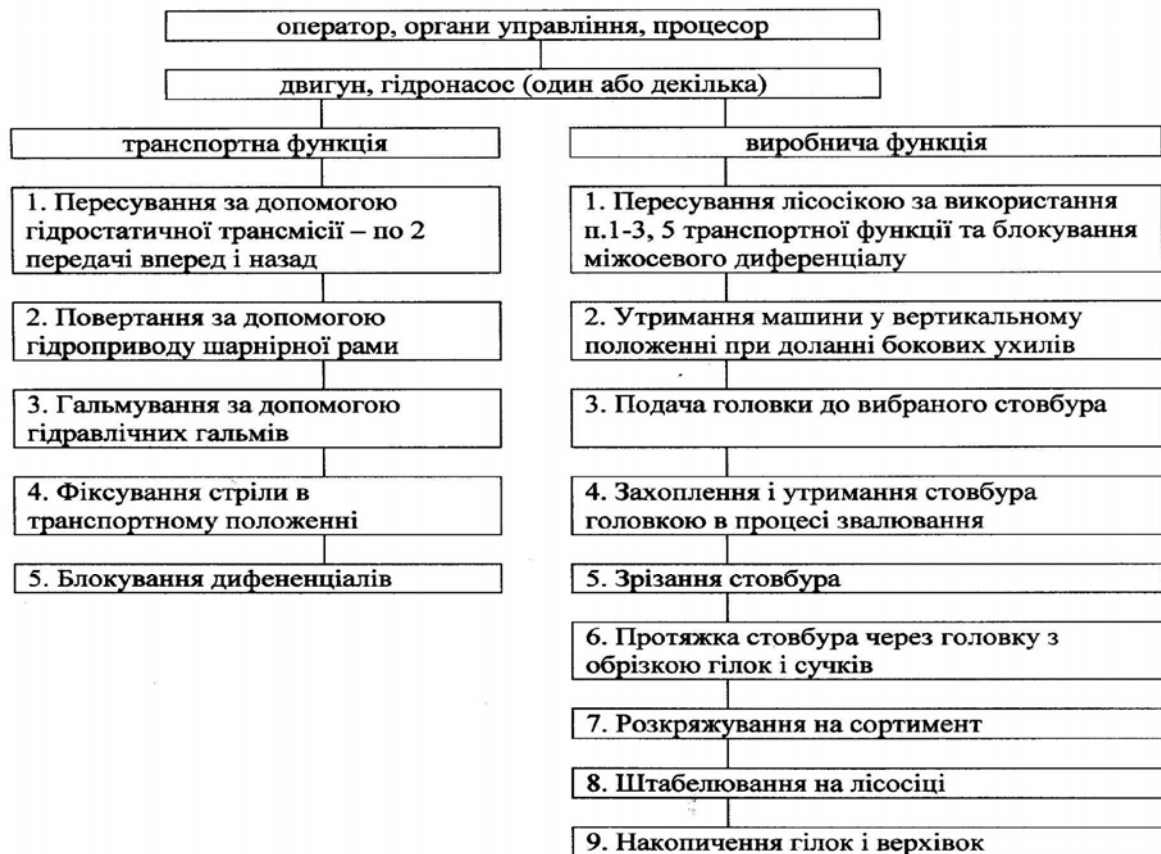


Рис.3 Функції лісозаготівельного комбайну

5. Побудова функційної та структурної схем. Функції лісозаготівельного комбайну пропонуємо систематизувати наступним чином. Машина може виконувати транспортну або виробничу функцію. Транспортна полягає в пересуванні лісовозними дорогами та дорогами загального призначення, виробнича - пересування лісосякою і виконання виробничих операцій. Всі функції виконуються за допомогою системи гідроприводів з електронно-механічним керуванням. Детальний перелік функцій лісозаготівельного комбайна, виходячи з аналізу відеоматеріалів та натурних спостережень, подано на рис.3.

Виробнича функція комбайна забезпечується певними робочими режимами, що базуються на використанні агрегатів та механізмів. Структурний аналіз взаємодії режимів пропонується в наступному вигляді (рис.4).

Запропонована схема може бути основою для побудови принципів гідравлічних схем харвестера, моделювання окремих його ланок, розрахунку напруженого стану під дією зовнішніх навантажень.

6. Висновок. Впровадження лісозаготівельних комбайнів в Україні є невідворотним явищем з декількома шляхами: проникнення іноземних фірм на ринок лісосячних робіт (після його остаточного формування); закупівля імпортової техніки (найімовірніше вживаної) вітчизняними підприємствами; створення вітчизняних аналогів лісозаготівельних комбайнів на базі теоретичних розробок та використання промислового потенціалу України. Реалізація третього шляху дає найбільші перспективи для розвитку економіки нашої держави.

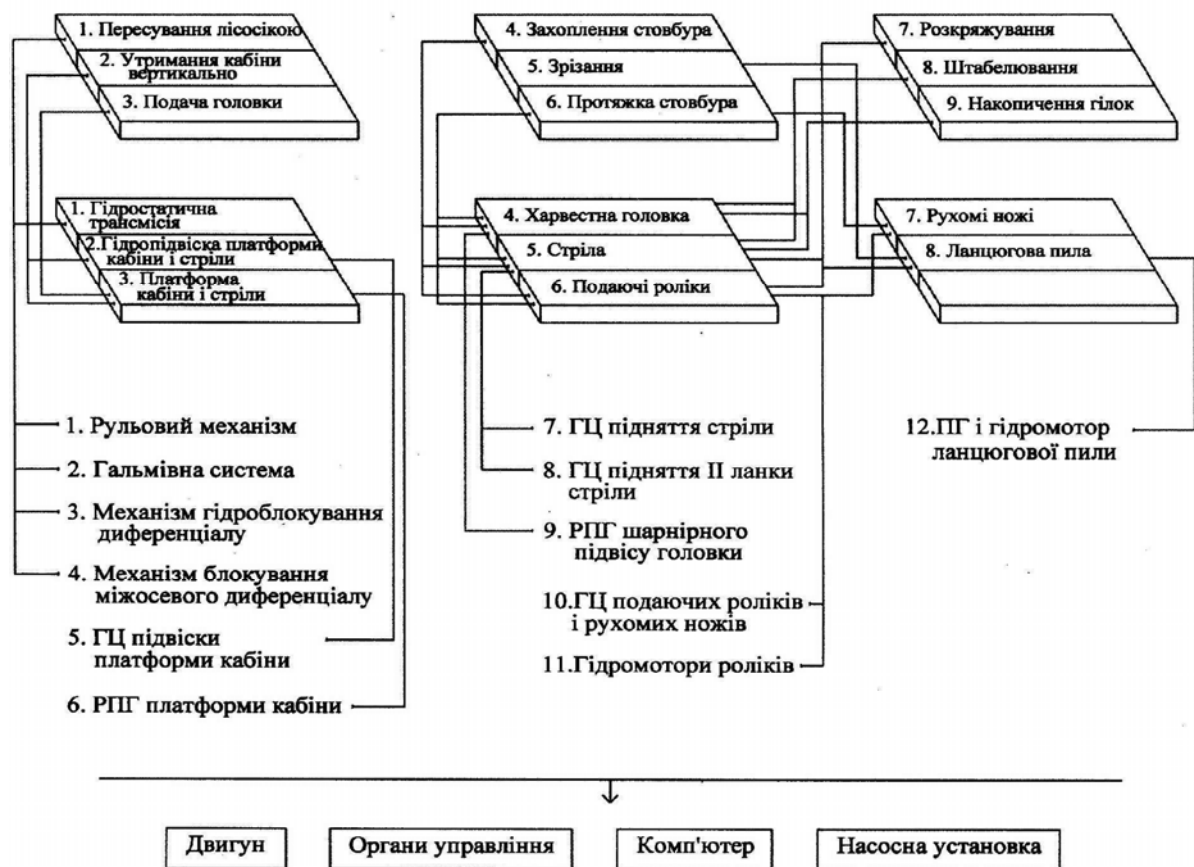


Рис.4 Структурна схема виробничої функції харвестера.
 ПГ - поворотний гідродвигун, ГЦ – гідроциліндр, РПГ - реверсивний ПГ

Список літератури

1. Статистичний збірник "Регіони України".- Київ.- 2006.- ч.І – ІІ.
2. ДП "Надвірнянське лісове господарство.-Надвірна, 2007.-19 с.
3. Підсумки роботи підприємств Держкомліскогоспу України у 2007 році.- ДКЛГ, 2008.- 128с.
4. Шкиря Т.М. Технология и машины лесосечных работ.- Львов: Выща школа. Изд.при Львовском ун-те, 1988.- 264 с.
5. Стиранівський О. Моделювання транспортного освоєння гірського лісового масиву з врахуванням потенційних екологічних ризиків. Праці ЛАНУ.-2004, вип.3.-с.133-138.
6. Miklas M. Riesenie Lesnych Lanovych Systemov v Sucasnosti.-In: Mobilne energetické prostriedky–Hydraulika-Zivotne prostredie-Ergonomia Mobilnych Strojov. Zborn. medz. ved. konf. Zvolen 20 sept. 2007 ISBN 978-80-228-1750-9. - TU vo Zvolene.-P.147-153.
7. Asar H. Asar T 750 Monorail System in Turkisz Forestry. – В зб. Науковий вісник. Лісова інженерія: техніка, технологія і довілля.- Львів: Укр ДЛТУ.- 2004, вип.14.3.-С.58-64
8. Библиок Н.І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку. – В зб.: Науковий вісник: Лісова інженерія: техніка, технологія і довілля.- Львів: Укр ДЛТУ. - 2004, вип.14.3.- С.183-194.
9. Адамовський М.Г., Бакай Б.Я. Аналіз і перспектива використання трелювальних тракторів у лісовому комплексі України. – В зб.: Науковий вісник Лісова інженерія: техніка, технологія і довілля.- Львів: Укр ДЛТУ. - 2004, вип.14.3.- С.175-182
10. Hosseini S.M., Mirkalaci S.W.M. Helicopter Logging System in the Natural Broadleaf Forest in Iran. – В зб.: Науковий вісник: Лісова інженерія: техніка, технологія і довілля. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004. - вип. 14.3.- С.145-148
11. Messingerova V. Accessing mountain Forests Based on Technological Planning.- In: Forest and Wood Processings Technology and the Environment.-.26-30 maj, Brno, Czech Republic. – Proc. of the 2-nd int. sci. conf. Fortechenvi. Mendel Univ of Agric and Forestry. 2004 – Brno.– Vol.1.- P.259-268
12. Мачуга О. Еколого-економічні аспекти лісозаготівлі за використання гелікоптерів.-В зб.: Науковий вісник. – Львів: НЛТУ.- 2008, вип.18.2.
13. Gross J. Logging Mechanisation and his Chanse in the Czech Republic.- In: Logging and Wood Processing in Central Europe. Proceedings.- Kostelec nad Cernymi Lesy 20 - 21 June 2007.- ISBN 978-80-213-1652-2.- CULF Prague, 2007.- P.33-36.
14. Blija T. New Clear Cutting Technologies and their Influence on the Soil Preparing.- In: Logging and Wood Processing in Central Europe. Proceedings.- Kostelec nad Cernymi Lesy 20 - 21 June 2007. - ISBN 978-80-213-1652-2.- CULF Prague, 2007.- P.5-8.
15. Dvorak J., Kucera M. Vyoj a Nasazeni Pasovych Harvestrov v LH CR.- In: Moderni Tezebnе Dopravni Technology a Mechanizovane Zpracovani Tezebnnych Zbytkov. Sb.ref.- 4 Dubn. 2007.- Kostelec nad Cernymi Lesy. CZU v Praze.- ISBN 978-80-213-1628-7.- P.15-24
16. Moskalik T. Model Maszynowego pozyskswania drewna w zrownow azonym lesnictwie polskiem.- wyd.SGGW, Warszawa.- 2004, 134p.
17. Dvorak J., Malik V. Injury Analysis Caused by Harvester Technologies in Krusne Hory.-In: Logging and Wood Processing in Central Europe. Proceedings.- Kostelec nad Cernymi Lesy 20 - 21 June 2007. - ISBN 978-80-213-1652-2.- CULF Prague, 2007.- P.23-28.
18. Messingerova V., Sajanek V. Impact of Harvester Technology on the remaining trees injuries.-In: Logging and Wood Processing in Central Europe. Proceedings.- Kostelec nad Cernymi Lesy 20 - 21 June 2007. - ISBN 978-80-213-1652-2.- CULF Prague, 2007.- P.67-70.
19. Honsa J., Neryda J. Analysis of Damage to Logs by Functional Mechanisms of Harvesters.- In: Mobilne energetické prostriedky–Hydraulika-Zivotne prostredie-Ergonomia Mobilnych Strojov. Zborn. medz. ved. konf. Zvolen 20 sept. 2007 ISBN 978-80-228-1750-9. - TU vo Zvolene.-P.41-50.
20. Sowa J.M., Szewczyk G. Rozmiar Szkod Powstalych w Podrostach Jodly i Swierka w Wyniku Scinki I Obaliania Drzew w Przdplonowym Dzewostanie Sosnowym i Dzewostanie Swierkowym. Akta Agraria et Sylvestria.- 2000.- B.- Vol.XXXVIII.- P. 75-90.
21. Tullova M.- Messingerova V. Ergonomical Evaluation of the Work Systems in Harvesting process.- In: Mobilne energetické prostriedky–Hydraulika-Zivotne prostredie-Ergonomia Mobilnych Strojov. Zborn. medz. ved. konf. Zvolen 20 sept. 2007 ISBN 978-80-228-1750-9. - TU vo Zvolene.-P.230-238.
22. Louis M. Sherwin, Philip M.O. Owende, John Lyons, Shane M. Ward. Assessment of Vibration Levels in a Cut-to-Length Timber Harvester.- In: Forest and Wood Processings Technology and the Environment.-.26-30 maj, Brno, Czech Republic. – Proc. of the 2-nd int. sci. conf. Fortechenvi. Mendel Univ of Agric and Forestry. 2004 – Brno.– Vol.2.- P.373-382.

23. Walczyk J. Analysis of Wheel Reactions and Specific Pressures During Work of Timberjack 1270B Harvester.- In: Logging and Wood Processing in Central Europe. Proceedings.- Kostelec nad Cernymi Lesy 20 - 21 June 2007.- ISBN 978-80-213-1652-2.- CULF Prague, 2007.- P.134-138.

24. Kormanek M., Walczyk J. Oddziaływanie Kol Ciągników Zrywkowych na Glebę Lesna. Inżynieria Rolnicza.- 2000.- 7.- P.77-84.

25. Библиук Н., Стиранівський О., Библиук М., Бойко М., Щупак А. Методичні підходи до удосконалення технології гірської лісозаготівлі з урахуванням екологічних вимог.- Науковий вісник національного аграрного університету.- 2002. вип54.- Київ.- с.128-138.

26. Водяник И.И. Воздействие ходовых систем на почву (научные основы).- М.: Агропромиздат, 1990.- 172 с.

27. Timberjack. Product Program.- 40 p.

28. Produktverzeichnis. VALMET. KOMATSU.- 2007.- 35 p.

29. PONSSE. Product Line.- 35 p.

30. Kuchta T., Dvorak J. Prodejní Program Firmy Lesnicka Obhodni Spol. SRO.- In: Moderni Tezebné Dopravní Technologie a Mechanizované Zpracování Tezebných Zbytků. Sb.ref.- 4 Dubn.2007.- Kostelec nad Cernymi Lesy. CZU v Praze.- ISBN 978-80-213-1628-7.- P.61-64.

31. Sereďa P. Prodejní Program Firmy Reparoservis.- In: Moderni Tezebné Dopravní Technologie a Mechanizované Zpracování Tezebných Zbytků. Sb.ref.- 4 Dubn. 2007.- Kostelec nad Cernymi Lesy. CZU v Praze.- ISBN 978-80-213-1628-7.- P.49-55.

32. Енохович А.С. Справочник по физике.- М.:Просвещение/ 1978.- 415 с.

33. Kopeckı Z. Hydraulicke Load Sensing Systemy.- In: Mobilne energetické prostriedky-Hydraulika-Zivotne prostredie-Ergonomia Mobilnych Strojov. Zborn. medz. ved. konf. Zvolen 13 sept. 2005 ISBN 80-228-1488-1. - TU vo Zvolene.-P.108-113.

УДК 621.22

П.М.Андренко, канд.техн.наук, І.П.Гречка

НТУ «Харківський політехнічний інститут» м.Харків, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОПРИВОДА ВЕРСТАТА ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ОБМОТОК ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Rассмотрены факторы и проведен анализ влияния типа привода на показатели технического уровня намоточных станков. Установлено, что наиболее высокие показатели технического уровня станка обеспечит следящий гидропривод, построенный на базе гидроаппаратуры с гидравлическим управлением. Показано влияние чувствительности к управляющим сигналам и точности поддержания давления в гидроприводе гидрораспределителя на стабильность силы натяжения провода.

Factors are considered and the analysis of influence such as a drive on parameters of a technological level rewinding machine tools is lead. It is established, that the highest parameters of a technological level of the machine tool will be provided with the watching hydrodrive constructed on the basis of the hydroequipment with hydraulic management. Influence of sensitivity managing signals and is shown accuracy maintenance pressure in a hydrodrive of changeover valve on stability of force of a tension of a wire.

Вступ. Стрімкий розвиток радіоелектронної, приладобудівної та електротехнічної промисловості обумовлено тим, що електричні та електронні засоби автоматизації знаходять усе ширше застосування в різних галузях промисловості. Невід'ємними складовими цих засобів є елементи, які виготовляються шляхом намотування, це: електродвигуни, електромагніти, реле, котушки індуктивності, трансформатори і т. і.