

мінімального відкривання запірно-регулювального елемента, яку слід вибирати з урахуванням його амплітуди та осциляції.

При проектуванні гідроагрегатів, побудованих із застосуванням ГА з осциляцією, для виключення резонансу та руйнування трубопроводів, зменшення шуму й вібрації необхідно зіставляти частоти власних коливань ГА і виконавчих механізмів з частотами пульсацій тиску робочої рідини в насосному агрегаті для уникання їх збіжності. Це дозволяє поліпшити експлуатаційні характеристики гідроагрегата і підвищити його надійність. Кріплення трубопроводів у таких гідроагрегатах необхідно здійснювати за допомогою демпфіруючих затискачів.

1. Андренко П. М. Вплив параметрів осциляції запірно-регулюючого елемента на характеристики гідроапарату // Вісн. Нац. техн. ун-ту «ХПІ». Х., 2005. № 28. С. 21–28. 2. Андренко П. М., Гречка І. П., Крикун Г. В. Вплив параметрів осциляції золотника на кавітацію в гідророзподільнику з вібраційною лінеарізацією // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні: Наук. журн. Запоріз. нац. техн. ун-ту. Запоріжжя, 2006. Вип. 1. С. 76–79. 3. Баженов А. И., Гамынин Н. С., Кареев В. И. и др. Проектирование гидравлических следящих приводов летательных аппаратов. М., 1981. 4. Объемные гидравлические приводы / Башта Т. М., Зайченко И. З. и др. Под ред. Т. М. Башты. М., 1968. 5. Данилов Ю. А., Кирилловский Ю. Л., Колпаков Ю. Г. Аппаратура объемных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики. М., Машиностроение, 1990. 6. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы для автоматизации станков. М., 1962. 7. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М., 1975. 8. Максимова Е. В., Смольникова Н. С. Влияние геометрических размеров проточной части золотника на величину осевой гидродинамической силы // Прочностные и гидравлические характеристики машин и конструкций: Сб. Пермь, 1975. № 167. С. 96–99. 9. Фомичев В. М. Проектирование характеристик золотниковых распределителей в области «нуля» // Гидравлика и пневматика. 2005. № 20. С. 49–54. 10. Форенталь В. И. Характеристики золотниковых распределителей с учетом микрогеометрии дросселирующих щелей // Вестник машиностроения. 1993. № 3. С. 25–28.

УДК 543.3:621.314

Н. І. Библюк, О. С. Мачуга

Національний лісотехнічний університет України

Н. Н. Библюк

Львівське ТзОВ «Композит»

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВНИХ ДЖЕРЕЛ У ПРОЦЕСАХ ЛІСОЗАГОТІВЛІ

Розглядається можливість організації лісозаготівлі з використанням енергії відновних джерел. Запропоновано передачу механічної енергії за допомогою гідропривода без перетворення в електроенергію. Подається оцінка зменшення тепловиділення в навколишнє середовище.

Possibility of logging organization with using of energy of renovated sources is considered. Transmission of mechanical energy by hydraulic drive without transforming it into electrical energy is considered. Estimation of heat emission decrease to the environment is presented.

Підвищення температури Землі — один із семи найвагоміших факторів можливої екологічної катастрофи. За неповних тридцять років температура Землі підвищилася на 0,44°C. Така тенденція може спричинити на 2100 рік підняття рівня Світового океану за різними оцінками на 0,17–1,0 м, висихання значної кількості рік і глобальну зміну клімату [10]. Шлях подолання кризи — реструктуризація економіки на екологічних засадах з розвитком кліматозберігаючих технологій і використанням у повній мірі відновних джерел енергії. Сонячна енергія (10^{14} кВт), гідроенергія (потужність всіх ГЕС світу 670 млн. кВт), вітрова і геотермальна енергії та енергія біопалив — основа екологічно чистого холодного енергетичного потенціалу Землі [3, 6]. Виробничі процеси повинні модифікуватися на засадах мінімізації тепловиділення та енергозбереження. Тому вагомим є аналіз тепловиділення в процесах передачі й трансформації енергії у виробництві.

Для постановки задачі нагадаємо історичний аспект енергетичного балансу Землі. До появи цивілізації $E_c + E_{взн} = E_{відб} + E_{випр} + E_n$, де E_c — теплова енергія, отримувана Землею від Сонця за певний період часу; $E_{взн}$ — енергія внутрішніх земних процесів; $E_{відб}$, $E_{випр}$ — енергія, що відбивається чи випромінюється Землею в простір; E_n — накопичена за цей час енергія у вигляді вугілля, нафти, газу, деревини, горючих копалин і тяжких металів. З появою людства і до початку XX століття рівноважний стан описувався співвідношенням

$$E_c + E_{взн} + E_{ждл} = E_{відб} + E_{випр} + E_n + \Delta E_{випр}, \quad (1)$$

де $E_{ждл}$ — енергія життєдіяльності людства, отримана внаслідок спалення частини попередньо накопиченої енергії $\int E_n dt$ для обігрівання житла та кустарного виробництва [2]; $\Delta E_{випр}$ — збільшення випромінювання Землі, що компенсує енергію $E_{ждл}$. Розвиток промисловості зі збільшенням частки енергомістких виробництв — металообробка, будівництво, лісозаготівля, машинобудування і гірничодобування, засоби малої механізації, хіміко-технологічний комплекс, енергетика та виробництво рідких палив — зумовлюють перетворення рівняння (1) в нерівність (2):

$$E_c + E_{взн} + E_{ждл} + \Delta E_{ждл} + \Delta E_{вз} \geq E_{відб} + E_{випр} + E_n + \Delta E_{випр}, \quad (2)$$

де $\Delta E_{ждл}$ — надлишкова енергія тепловиділення у виробничих процесах, що базується на вивільненні значної частки попередньо накопиченої енергії $\int A_i dt$; $\Delta E_{вз}$ — частина енергії $E_{випр}$, яка досягнула забруднених шарів атмосфери і, відбившись від них, повертається на Землю. Із співвідношення (2) шляхом побудови відповідних математичних моделей може бути отримана теоретична залежність зростання температури Землі від часу.

Пропонуємо структурувати $\Delta E_{ждл}$ таким чином:

$$\Delta E_{ждл} = E_{n1} + E_{n2} + E_{тр} + E_{випр} - E_{вде}, \quad (3)$$

де E_{n1} — теплові витрати при перетвореннях корисних копалин в носії енергії електроенергію, рідкі палива, ядерне паливо та ін.; E_{n2} — теплові витрати при перетворенні носіїв енергії в механічну енергію в умовах виробництва; $E_{тр}$ — теплові витрати при транспортуванні носіїв енергії до місця споживання; $E_{вде}$ —

теплові витрати виробничих процесів; $E_{\text{вде}}$ — енергія відновних джерел [7–9]. З аналізу співвідношення (3) випливає наступний висновок. За безпосередньої близькості відновних джерел енергії до промислових споживачів слід використовувати пряму передачу механічної енергії. Витрати перехідних процесів зникають, складова $E_{\text{тр}}$ трансформується в теплові витрати механічних процесів. Енергозабезпечення малих і середніх підприємств від гідротурбін, вітротурбін, теплових машин на біопаливі з виключенням складного процесу перетворення енергій з каскадами тепловиділень може спричинити значне скорочення величини $\Delta E_{\text{жод}}$ у цілих регіонах. Як ілюстративний приклад розглядається лісозаготівельна галузь Карпатського регіону, що характеризується значною кількістю невеликих підприємств; відновними джерелами енергії можуть слугувати гірські потоки і ріки.

Оцінимо тепловий баланс Косівського та Верховинського регіонів Івано-Франківської області. За даними Косівської РЕМ, у 2006 р. ці два райони спожили $E_{\text{п}} = 108$ млн. кВт год електроенергії. При її виробництві (на прикладі Бурштинської ТЕС) $\eta = 0,35$, де η — коефіцієнт корисної дії. Отже,

$$E_{\text{пл}} = \frac{1-\eta}{\eta} E_{\text{п}} = 201 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 173 \cdot 10^9 \text{ ккал.}$$

Під час роботи електродвигунів середній ККД $\eta = 0,75$ [5], за використання електроенергії для нагрівання й освітлення приміщень уся електроенергія перетворюється в тепло. Нехай структура споживання електроенергії така: 10% — освітлення; 80 — електродвигуни; 10% — опалювання. Тоді під час споживання електроенергії $E_{\text{п}}$ у зазначених регіонах виділяється в атмосферу тепла енергія

$$E_{\text{п2}} = 0,2E_{\text{п}} + 0,8 \cdot 0,25E_{\text{п}} = 43 \text{ млн. кВт} \cdot \text{год} = 37 \text{ млрд. ккал.}$$

Аналогічним чином можна визначити теплові витрати для рідких палив. Головною водною артерією регіону є Черемош. Частина річок Косівщини живить Прут, а частина річок Путивльщини впадає в Черемош. Для простоти викладу вважатимемо, що величина гідропотенціалу двох районів еквівалентна величині гідропотенціалу головних рік басейну Черемоша.

За даними Укргідроенергопроекту та розробленої в 1977 р. Схеми комплексного використання та охорони водних і земельних ресурсів Івано-Франківської області, гідропотенціал головних рік басейну Черемоша коливається в межах 174 — 216 тис. кВт. У разі використання методики оцінки гідропотенціалу всіх рік басейну Черемошу залежно від водності року [9] подано такі величини: 135 — 214,2 тис. кВт. Отже, річна потенційна енергія рік басейну Черемошу оцінюється як

$$E = 8760 \cdot (135 \div 216) \cdot 10^3 = 1,183 \div 1,892 \text{ млрд. кВт} \cdot \text{год.}$$

Використання лише 10% гідроенергії може повністю забезпечити потреби в енергії Косівського та Верховинського районів. При переході на місцеві гідроресурси економія теплових витрат при виробництві електроенергії може досягати до $173 \cdot 10^9$ ккал/рік, а за переорієнтації лісозаготівельних виробництв на

пряму передачу гідроенергії до споживача додаткова економія тепловитрат складатиме $37 \cdot 10^9$ ккал/рік.

У процесах лісозаготівлі та лісопереробки широко використовуються переносні бензопили, дизельні та бензинові лісотранспортні засоби [1], ливно-підвісні дороги і складувальні механізми на електроприводі; верстати по розпилюванню деревини [11]. Усі ці механізми та відповідні процеси можемо замінити процесами з прямим механічним приводом від гідро- та вітротурбін.

Пропонується схема (рис. 1) організації лісозаготівельного виробництва з використанням відповідних джерел енергії та гідропривода як засобу передачі енергії. Мінігідротурбіна 4 та мінівітротурбіна 1 приводять у рух напірні гідропомпи 2, 3. Потік гідрорідини подається напірними лініями 6 в розподільник 8, який залежно від потреби у відборі потужності направляє напірний потік на гідродвигун 9 підвісної ливнової дороги 10; гідродвигуни 15 навантажувально-розвантажувальних механізмів 17, гідродвигун 14 відповідного деревообробного верстата 16 чи іншого деревообробного механізму, чи пневмоакумулятор 7 для акумулювання механічної енергії в період відсутності відбору енергії головними механізмами. Як резервне джерело живлення використовується гідродвигун 5 з дизельним приводом. Підвісна ливнова дорога є механічним джерелом приводу гідропомпи 11, яка приводить у рух гідродвигун приводу переносної гідропили 12, гідродвигун лебідки для стягування деревини 13.

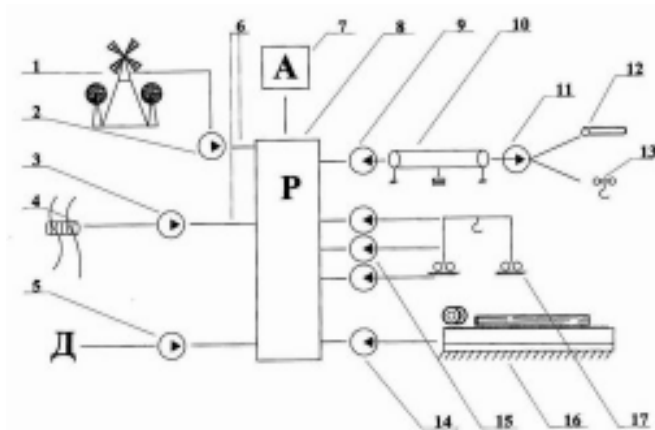


Рис. 1. Схема організації лісозаготівлі з використанням відновних джерел енергії та їх прямої передачі споживачам

У Карпатах лісозаготівля й лісопереробка відбуваються в умовах безпосередньої близькості гірських потоків і відповідних виробництв (рис. 2, 3). Для відбору гідроенергії можна використовувати місця влаштування в минулому плотоспускних гребель — «клявз» (рис. 4), колишні міні-ГЕС та гідроустановки (рис. 5, 6). За даними [9], тільки на частині рік Івано-Франківської області працювали гідроустановки сумарною потужністю 2373 кВт. Їх відновлення і використання в лісозаготівельному комплексі може привести до скорочення теплових витрат.



Рис. 2. Лісопункт на березі Чорного Черемоша поблизу с. Зелена: підйомний кран та тралювальні волоки



Рис. 3. Лісопилне підприємство на березі потоку Дземброня поблизу с. Берестечка



Рис. 4. Залишки клявзи Маріїн у верхів'ях Білого Черемошу поблизу с. Голошина



Рис. 5. Залишки Яблуницької гідроелектростанції на р.Білий Черемош поблизу с. Яблуниця

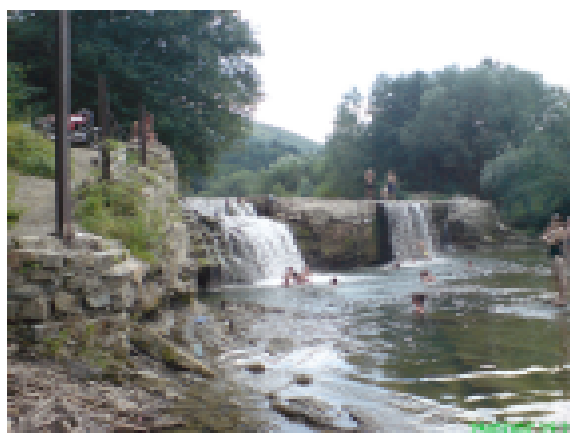


Рис. 6. Залишки греблі в с. Город Косівського району на р. Рибниця

Докладніше скорочення тепловиділення при використанні установки (рис. 1) проаналізуємо на окремих господарствах гірських районів Львівської області. За даними УкрНДІЛьвівліс, об'єми споживання енергоресурсів та лісозаготівлі наведено в табл. 1.

Т а б л и ц я 1

**Показники енергоспоживання та лісозаготівлі
на окремих підприємствах**

Район	Річний обсяг заготівлі V , м ³	Разом рідких палив $m=m_1+m_2$, т	Річне спожив. електроенергії, $E_{сп}$, тис. кВт · год
Сколе	61 789	219,5	664
Славське	81 673	453,7	585
Разом	143 462	637,2	1249

У табл. 2 подано показники питомих (Q/V) та абсолютних Q втрат при лісозаготівлі у вищезгаданих районах, а також механічної енергії, необхідної для лісозаготівлі — $E_{\text{мех}}$, $K_E = E_{\text{мех}} / V$.

Т а б л и ц я 2

**Показники питомої теплоємності та енергомісткості
заготовленої деревини**

Район	$Q, 10^6$ МДж	$Q, 10^9$ ккал	$K_1, 10^3$ ккал/м ³ річного обсягу заготівлі	$K_E, \text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$ річного обсягу заготівлі	$E_{\text{мех}}, 10^6$ МДж	$E_{\text{мех}}, 10^6$ кВт·год
Сколе	11,700	2,796	45,25	21,77	4,837	1,345
Славське	17,492	4,181	51,19	25,34	7,447	2,070
Разом	28,192	6,977	48,63	23,80	12,384	3,415

З порівняння потенційної потужності малих рік басейну р.Опір [11] $N=80141,19$ кВт та відповідного потенційного річного гідроресурсу $E=24 \cdot 365 \cdot N = 702 \cdot 10^6$ кВт·год виникає наступний висновок. Незначної кількості енергії відновних джерел, зокрема гідроенергії малих гірських рік, достатньо для забезпечення Сколівського та Славського підприємств лісозаготівлі механічною енергією в кількості, достатній для нормального функціонування. Використання методики прямого відбору та передачі механічної енергії за допомогою гідроприводів дозволить зменшити викиди теплової енергії в атмосферу по згаданих господарствах 6 977 Гкал/рік.

Таким чином, надзвичайно важливим є подальше вивчення проблеми за таким напрямками:

визначення ймовірної продуктивності лісозаготівлі з використанням відновних джерел енергії, зокрема гідроресурсів, виходячи з енергоздатності природних ресурсів;

розроблення теоретичних засад лісозаготівлі за допомогою прямого відбору механічної енергії та передавання й використання її як системного приводу лісозаготівельних механізмів і машин: гідропил, ливових підвісних шляхів, гідропіднімачів і транспортерів, гідроприводу лісопильного обладнання та деревоподрібнювачів;

економічний аналіз проблеми, дослідження експериментальних зразків, суміжних проблем.

1. Библюк Н. І. Лісотранспортні засоби: Теорія: Підруч. Львів, 2004.
2. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / Отв. ред. В. С. Соколов. М., 1989.
3. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ.ред. Ландау Ю., Сиренко Л.: Моногр. К., 2004.
4. Гнатяк І. С., Ковальчук І. П. Оцінка гідроенергетичних ресурсів басейну р. Опір та можливостей їх використання // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні // Матеріали II наук.-практ. конф. (Львів, 2003 р.). Львів, 2003. С. 6–10.
5. Длоугий В. В. Приводы машин: Справ. Л., 1982.
6. Ландау Л. Д., Китайгородський О. І. Фізика для всіх. Пер.з 2-го вид. К., 1967.
7. Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Зб. наук. пр. К., 1996.
8. Нетрадиційні поновлювані джерела енергії як альтернативні первинні джерела енергії в регіоні // Матеріали II наук.-техн. конф. (Львів, 2003 р.). Львів, 2003.
9. Рудько Г. І., Консевич Л. М. Наукові основи екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону України. К., 1998.
10. Стан світу 2000: Доп. Ін-ту всесвітнього спостереження про прогрес до сталого суспільства / Л. Р. Браун та ін. К., 2000.
11. Шкиря Т. М. Технология и машины лесосечных работ. Львов, 1988.