

УДК 631. 362. 36

С.М. Мороз, канд. техн. наук, О.М. Васильковський, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Експериментальні дослідження впливу параметрів транспортера–сепаратора на показники його роботи

В статті описані результати експериментальних досліджень конструкції розробленого транспортера–сепаратора зерноочисної машини загального призначення. Встановлено вплив конструктивних і технологічних параметрів на якісні показники його роботи. Це дозволить використовувати отримані залежності при створенні конструкцій зерноочисних машин.
транспортер–сепаратор, пруткове решето, довжина решета, кут нахилу, швидкість транспортера, питома продуктивність, просівання зерна, виділення домішок, витрати енергії

С.Н. Мороз, А.М. Васильковский

Кировоградский национальный технический университет

Экспериментальные исследования влияния параметров транспортера–сепаратора на показатели его работы

В статье описаны результаты экспериментальных исследований конструкции разработанного транспортера–сепаратора зерноочистительной машины общего применения. Установлено влияние конструктивных и технологических параметров на качественные показатели его работы. Это позволит использовать полученные закономерности при создании конструкций зерноочистительных машин.
транспортер–сепаратор, прутковое решето, длина решета, угол наклона, скорость транспортера, удельная производительность, просевание зерна, выделение примесей, затраты энергии

Кожного року на ринку сільськогосподарської техніки України з'являються нові виробники, які, в переважній більшості, займаються випуском копій або застарілих машин, що випускались ще за часів СРСР, або машин зарубіжних компаній. В більшості випадків такі виробники обмежуються випуском малої кількості машин, або зникають з ринку. Лише на деяких підприємствах здійснюють ґрунтовний і творчий аналіз конструкцій своїх машин, на основі чого проводять їх удосконалення. Тому частка оригінальних машин вітчизняного виробництва з інноваціями у конструкціях, в порівнянні з закордонними виробниками, несуттєва.

На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету було розроблено нову зерноочисну машину загального призначення МЗП–10. Її конструкція складається з двох модулів – повітряно–решітного та завантажувально–транспортуючого. Повітряно–решітний модуль пройшов випробування в УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого.

До складу завантажувально–транспортуючого модуля входять такі робочі органи, як шнекові живильники та завантажувальний транспортер–сепаратор. Для визначення впливу основних конструктивних та технологічних параметрів транспортера–сепаратора, які були визначені під час теоретичних досліджень, на якісні показники його роботи були розроблені програма експериментальних досліджень, методика їх проведення та виготовлена експериментальна установка.

Програмою експериментальних досліджень транспортера–сепаратора передбачалось:

1. Дослідження впливу параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу на його технологічну ефективність.

2. Вивчення закономірностей просівання зерна крізь канали решета по його довжині в залежності від: величини питомого завантаження решета, вологості та засміченості оброблюваного матеріалу.

3. Визначення енергоємності процесу сепарації.

Під час досліджень було встановлено залежність робочої довжини решета від його кута нахилу, питомого навантаження. Одночасно з цим було виявлено залежність від цих параметрів розташування часток зернового вороху по відношенню до задньої стінки попереднього ковша, які можуть:

- наздоганяти задню стінку попереднього ковша;
- розташовуватися між двома ковшами;
- не відриватися від ковша, з якого вони розвантажились, і транспортуватися

ним.

В першому випадку, зі збільшенням питомого навантаження та кута нахилу транспортера–сепаратора, спостерігалось накопичення оброблюваного матеріалу на задній стінці переднього ковша. Це пояснюється тим, що частки оброблюваного матеріалу, внаслідок дії прискорення, мають більшу швидкість руху, ніж ковші, які рухаються зі сталою швидкістю і наздоганяють їх. Внаслідок цього відбувається гальмування руху часток та вирівнювання їх швидкостей з швидкістю транспортера. При цьому задні частки, які мають більшу швидкість, наздоганяють їх і під тиском часток, що рухаються за ними, переміщуються поверх над попередніми. Таким чином відбувається накопичення зернового матеріалу біля задньої стінки попереднього ковша і сумісний рух по поверхні решета.

В другому випадку, коли кут нахилу решета становить 20–30°, частки, що першими зійшли з ковша теж наздоганяють попередній ківш. Наступні частки, сходячи з ковша і маючи швидкість дещо більшу ніж швидкість транспортера, починають наздоганяти попередні. Під дією сил тертя швидкість руху попередніх часток поступово знижується. Наступні за ними частки наздоганяють їх і переміщуються в шари над ними, при цьому за ними утворюються пустоти, в які надходять частки, перед якими нема попередників. Тобто, частки після сходу з ковша можуть знаходитися в кількох шарах, кількість яких збільшується в напрямку від попереднього ковша до наступного. Внаслідок тиску часток верхніх шарів на частки нижнього, останні, у випадку коли їх розміри та положення відносно перетинок і каналів дозволяють їм просіятися, проходять крізь решето. Таким чином виникають розриви не тільки між частками нижнього шару, а й між частками інших шарів, з яких частки надходять до поверхні решета. Внаслідок відсутності тиску на них інших часток, що могли б тиснути на них з боків, з заду чи зверху та отриманого прискорення, вони починають підстрибувати по поверхні решета, що виникає внаслідок збільшення їх швидкості руху.

В третьому випадку частки зернового вороху рухаються по поверхні решета товстим шаром. Для цього випадку було встановлено, що за одношарового руху оброблюваного матеріалу, через відсутність верхніх шарів та значного зростання швидкості, окремі частки нижнього шару починають підстрибувати, і виділяються крізь поверхню сепарації набагато далі ніж основна маса, що впливає на робочу довжину решета, збільшуючи її значення. Причому збільшення кута нахилу викликає збільшення ділянки такого руху зернин.

Порівнюючи між собою характер руху часток оброблюваного матеріалу в трьох випадках необхідно відмітити, що в першому випадку, порівняно з другим, довжина

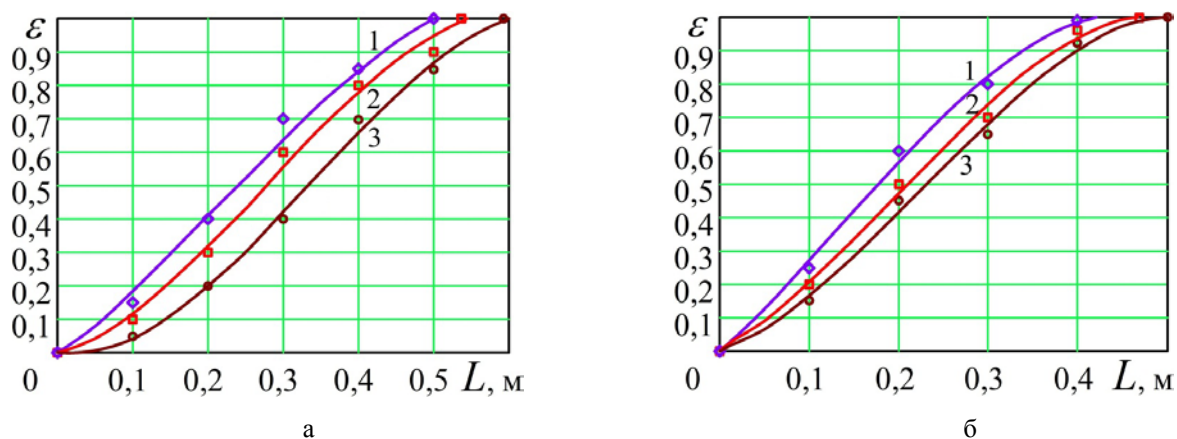
решета, на якій відбувається повне просівання прохідних часток в залежності від подачі матеріалу та кута нахилу решета, більша на 25–40 см. В третьому випадку, у порівнянні з другим, основна маса часток виділяється за тих же умов на 8–15 см раніше, але частина зерна, що рухається далі, перевищує обмежені стандартом допустимі втрати зерна, навіть для первинного очищення.

Таким чином, найбільш раціональним для використання на практиці є варіант коли оброблюваний матеріал рухається по поверхні решета, знаходячись між ковшами (другий випадок). При цьому відбуваються найменші втрати часток основного матеріалу.

Аналіз отриманих залежностей (рис. 1) показує, що величина просівання зерна залежить від кута нахилу та питомого навантаження на решето. Зі збільшенням обох чинників просівання зменшується, а довжина решета, необхідна для виділення прохідних часток, збільшується.

При цьому необхідно зробити висновок, що збільшення кута нахилу решета, починаючи з 20°, на кожні 5° збільшує його довжину на 10–13 см у даних діапазонах питомого навантаження. Збільшення питомого навантаження від 1,38 до 12,5 кг/(м×с) збільшує довжину решета при відповідних кутах нахилу решета на 2–7 см.

Таким чином, раціональні значення кута нахилу решета при питомих навантаженнях від 1,38 до 12,5 кг/(м×с) становить 25–30°. За цих же значень наведених параметрів робоча довжина решета становить 40–60 см. Причому максимальна його довжина відповідає максимальному навантаженню та куту нахилу.

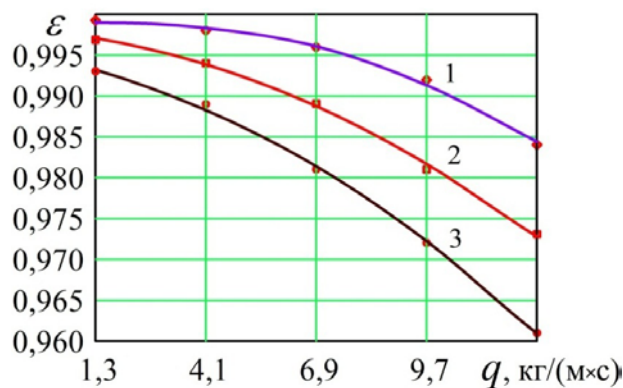


а, б – кути нахилу решета 20° та 30°, відповідно;

1, 2 та 3 – питомі навантаження $q_{num}=1,38$ кг/(м×с), $q_{num}=6,9$ кг/(м×с), $q_{num}=12,5$ кг/(м×с), відповідно

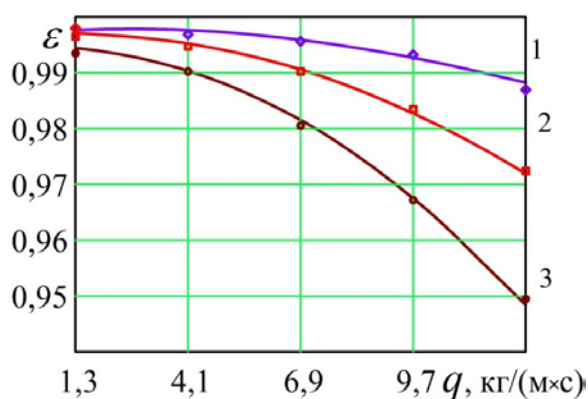
Рисунок 1 – Залежність повноти виділення зерна по довжині решета

При проведенні дослідів по визначенню просівання зерна вивчався вплив вмісту крупних домішок вихідного матеріалу за наступних параметрів транспортера–сепаратора: кут нахилу – 30°; швидкість руху транспортера – 0,5 м/с, діаметр поздовжньої перетинки – 2 мм (рис. 2). Вплив вологості вороху на просівання зерна визначався за тих же параметрів (рис. 3).



1, 2 та 3 – відповідно для засміченості вороху 2%, 4% та 6%

Рисунок 2 – Залежність просівання зерна решета від питомого навантаження за різних показників засміченості зернового вороху



1, 2 та 3 – відповідно для вологості вороху 10%, 14% та 18%

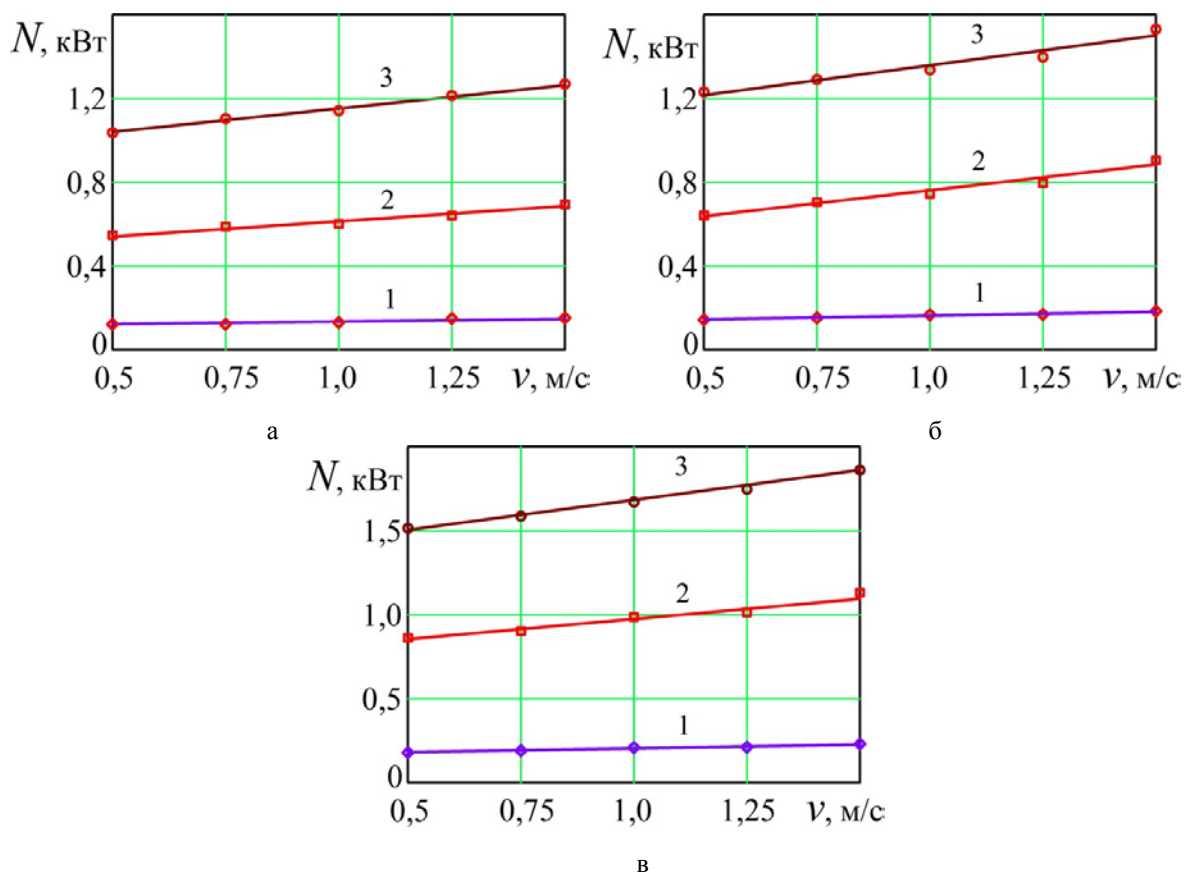
Рисунок 3 – Залежність просівання зерна від питомого навантаження за різних значення вологості зернового вороху

Аналіз графіків залежності просівання зерно крізь отвори решета від вмісту крупних домішок вказує на те, що зі збільшенням їх кількості просівання зменшується.

Така ж залежність спостерігається по впливу просівання зерна від його вологості – при збільшенні якої зменшується просівання, а втрати збільшуються.

Відомо, що крок ковшового транспортера залежить від його продуктивності. Під час експериментальних досліджень було встановлено, що для питомої продуктивності транспортера–сепаратора 1,3–6,9 кг/(м×с), при кутах його нахилу 20–30° і швидкості руху до 0,5 м/с раціональна величина кроку між ковшами становить 0,17–0,2 м.

Потужність, необхідну на виконання технологічного процесу транспортом-сепаратором визначали при різних питомих навантаженнях, кутах нахилу та швидкостях руху транспортеру. На основі отриманих даних визначено закономірності витрат енергії (рис. 4–5).

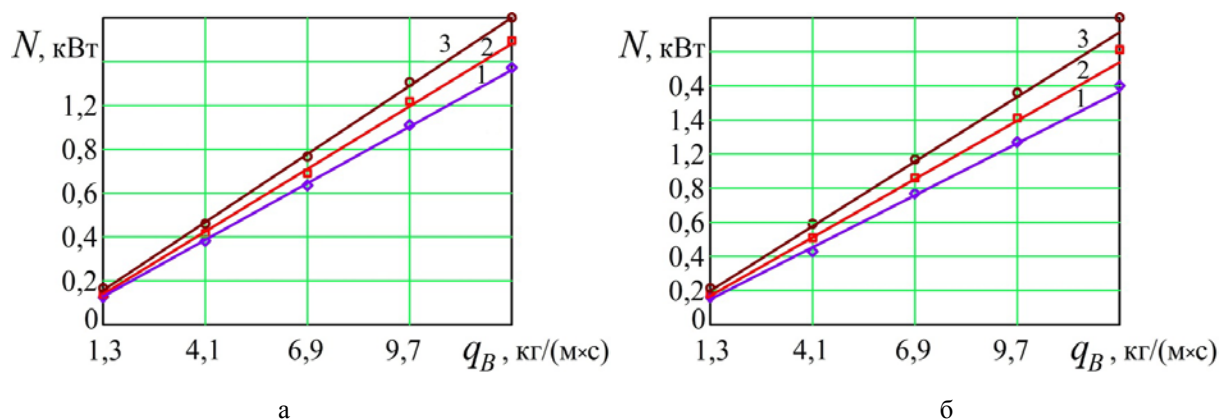


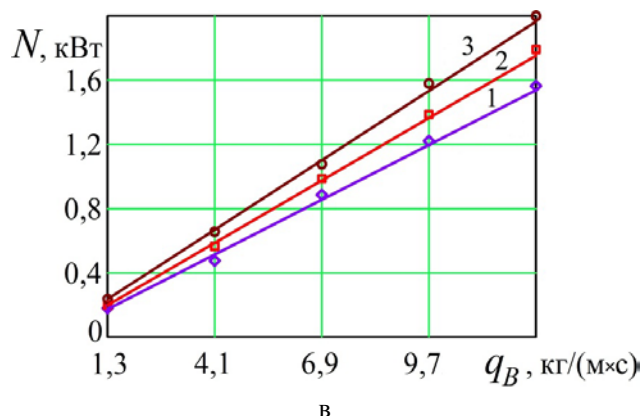
а, б, в – відповідно, для $\alpha=20^\circ, 30^\circ$ та 40° ; відповідно, 1 – $q_B=1,38$ кг/(м×с), 2 – $q_B=6,9$ кг/(м×с) та 3 – $q_B=12,5$ кг/(м×с)

Рисунок 4 – Витрати потужності N на привод транспортера-сепаратора

Із збільшенням питомого завантаження q , швидкості руху v , та кута нахилу транспортеру α витрати енергії на здійснення процесу також зростають.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що положення (нахил) задньої стінки ковшів при куті нахилу решета понад 30° та питомому навантаженні 6,9–12,5 кг/(м×с) впливає на характер руху зерна по поверхні решета між ковшами. Перпендикулярне, по відношенню до решета, положення стінки ковшів сприяє накопиченню на ній і біля неї зернових часток, що призводить до збільшення довжини решета на 4–7 см. Більш раціональним є вертикальне положення стінки, за якого на частки, які її наздогнали, нею створюється зворотній тиск, що сприяє просіванню зерна, не збільшуючи при цьому довжини решета.





а, б, в – відповідно кути нахилу решета 20° , 30° та 40°

1, 2 та 3 – відповідно швидкість руху ковшів 0,5 м/с, 1 м/с та 1,5 м/с

Рисунок 5 – Витрати потужності на привод транспортера–сепаратора від питомого навантаження

В результаті проведення експериментальних досліджень визначено:

- залежності зміни просівання зерна крізь канали пруткового решета від параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу;
- залежності виділення крупних домішок від параметрів та режимів роботи сепаруючої частини робочого органу;
- експлуатаційні показники роботи сепаратора.

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

1. Потрібна довжина решета транспортера–сепаратора збільшується при збільшенні швидкості подачі та кута нахилу. Області раціональних значень вказаних параметрів лежать в межах: швидкість подачі – 0,5...0,7 м/с; кут нахилу решета – $20...30^\circ$. Довжина решета, на якій відбувається просівання всього матеріалу для вказаних умов, складає 0,4...0,6 м.

2. На процес сепарації зернового вороху на прутковому решеті впливають: кут нахилу решета, вміст крупних домішок та питоме навантаження на решето. При чому збільшення будь якого з цих параметрів призводить до збільшення втрат зерна.

3. Зі збільшенням кута нахилу решета при сталому питомому навантаженні питома продуктивність решета зменшується. Навпаки, зі збільшенням питомого навантаження при незмінному куті нахилу решета вона збільшується.

4. Крок між ковшами транспортера–сепаратора залежить від його продуктивності, кута нахилу решета та питомого навантаження і при раціональних значеннях останніх оптимальне значення кроку становить 0,17-0,20 м.

5. Енергоємність сепарації вороху на прутковому решеті залежить від кута нахилу транспортеру, швидкості транспортування матеріалу та питомого навантаження і за раціональних їх значень $v=0,5$ м/с; $q_{num}=1,3-6,9$ кг/(м×с), $\alpha=20-30^\circ$, становить 0,12–0,64 кВт.

Список літератури

1. Вдосконалення технологічного процесу очищення зерна зерноочисними машинами загального призначення / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, І.М. Осипов, С.М. Мороз // Вісник ЛДАУ.: Агроінженерні дослідження. – 1999, №3. – С. 102–107.
2. Совершенствование технологий и рабочих органов зерноочистительных машин / М. Васильковский, М. Косинов, С. Мороз, Р. Киселев, И. Булей // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. збірник. – Кіровоград: КДТУ. – 2000. – Вип. 29. – С. 36–39.

3. К созданию нового поколения зерноочистительных машин общего назначения / Васильковський М.І., Васильковський А.М., Косинов М.М., Мороз С.М. // Вісник Харківського державного технічного університету сільськогосподарського господарства, вип. 22. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – С. 28–32.
4. Аналіз руху матеріальної частки по поверхні циліндричної перетинки пруткового решета / Васильковський М.І., Васильковський О.М., Гончаров В.В., Мороз С.М. // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 17. – Кіровоград: КНТУ, 2006. – С. 89–94.
5. Пат. 48337 А Україна, 7 В02В13/04, В07В1/00, А01D41/12. Решітний сепаратор / Васильковський М.І., Васильковський О.М., Мороз С.М.; заявник і патентотримач Кіровоградський державний технічний університет. – №99126856; заявл. 16.12.99; опубл. 15.04.04, Бюл. № 4.
6. Методика експериментальних досліджень транспортера–сепаратора зерноочисної машини / С.М. Мороз, М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, О.В. Анісімов // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 24. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2013. – С. 270–279.
7. Удосконалення конструкції зерноочисних машин загального призначення / Мороз С.М., Васильковський О.М., Анісімов О.В. // Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції “Розвиток наукових досліджень 2012”. – Полтава: “ІнтерГрафіка”, 2012. – Т. 11. – С. 73–75.
8. Зерноочисна машина ЗМПІ–10 “Дельта”. Протокол попередніх випробувань №01–02–2003 (9390903). – Дослідницьке, 2003. – 15 с.

Serhiy Moroz, Olexiy Vasilkovskiy

Kirovograd National Technical University

Experimental studies of the influence of the parameters of the conveyor-separator on the performance of his work

This article describes experimental results of a design developed by the conveyor–separator grain cleaning machine for general use. During the studies found the motion of the particles of the material after unloading buckets in the space between the buckets depending on the angle of the surface and accelerating rods sieve. Revealed the impact of moisture grain material and debris major impurities in the grain sifting through the surface of the separation by changing specific load width sieve. The character of the influence of design and process parameters on the quality of its performance, including more influential factors were slope and sieve unit load on it. Regularities of changes in spending power to drive the conveyor–separator. Installed rational values of design and process parameters can be used to create designs winnowing machines.

conveyor-separator rods sieve, sieve length, angle, speed conveyor, specific productivity sifting of grains, separation of impurities, energy consumption

Одержано 15.11.13