

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини”**

**Б.М. Стефанов, А.В. Євтушенко**

**СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ  
БАЛАСТНОЇ ПРИЗМИ, ВИПРАВЛЕННЯ І  
ОБРОБЛЕННЯ КОЛІЇ**

**Конспект лекцій з дисципліни**

***“КОЛІЙНІ МАШИНИ”***

**Харків – 2008**

Стефанов Б.М., Євтушенко А.В. Сучасні машини для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії: Конспект лекцій з дисципліни “Колійні машини”. - Харків: УкрДАЗТ, 2008. - 34 с.

У конспекті наводиться класифікація машин, призначених для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії. Приводиться описування сучасних машин, їх робочих органів та технологій роботи, надається технічна характеристика.

Конспект лекцій призначено для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та устаткування» всіх форм навчання.

Іл. 14, табл. 4, бібліогр.: 5 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 4 вересня 2006 р., протокол № 1.

Рецензент

доц. В.М. Гончаров

Б.М. Стефанов, А.В. Євтушенко

СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ  
БАЛАСТНОЇ ПРИЗМИ, ВИПРАВЛЕННЯ І  
ОБРОБЛЕННЯ КОЛІЇ

Конспект лекцій з дисципліни  
“Колійні машини”

Відповідальний за випуск Євтушенко А.В.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 27.09.06 р.  
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 2,0. Обл.-вид.арк. 2,25.  
Замовлення № Тираж 100. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра “Будівельні, колійні та  
вантажно-розвантажувальні машини”

Б.М. Стефанов, А.В. Євтушенко

СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БАЛАСТНОЇ ПРИЗМИ,  
ВИПРАВЛЕННЯ І ОБРОБЛЕННЯ КОЛІЇ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
з дисципліни  
“КОЛІЙНІ МАШИНИ”

Харків – 2006

Стефанов Б.М., Євтушенко А.В. Сучасні машини для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії: Конспект лекцій з дисципліни “Колійні машини”. - Харків: УкрДАЗТ, 2006. - 34 с.

У конспекті наводиться класифікація машин, призначених для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії. Приводиться описування сучасних машин, їх робочих органів та технологій роботи, надається технічна характеристика.

Конспект лекцій призначено для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та устаткування» всіх форм навчання.

Іл. 14, табл. 4, бібліогр.: 5 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 4 вересня 2006 р., протокол № 1.

Рецензент

доц. В. М. Гончаров

## ЗМІСТ

	Вступ .....	4
1	Класифікація виправно-підбивально-обробних машин ....	4
2	Виправно-підбивально-обробна машина ВПО-3-3000 .....	9
3	Машина 09-32 CSM .....	20
3.1	Система керування рихтуванням машини 09-32 CSM .....	23
3.2	Система керування нівелюванням машини 09-32 CSM ....	25
4	Універсальна машина 08-475 Unimat 4S .....	26
5	Машина «Dynamic Stopfexpress» 09-3X .....	29
	Список літератури .....	34

## **ВСТУП**

У процесі експлуатації на колійну решітку впливають поїзні навантаження, які передаються на баластовий шар і викликають його оборотні (пружні) і необоротні (залишкові) деформації. Із часом деформації накопичуються, як правило, нерівномірно вздовж колії. Положення рейко-шпальної решітки (РШР) змінюється спочатку в межах допусків, а потім і за межами допусків, тобто спостерігається розлад колії, що викликає експлуатаційні обмеження (швидкості руху поїздів та ін.). Для забезпечення плавного й безпечного руху поїздів періодично потрібно встановлювати колійну решітку в проектне положення і одночасно її фіксувати за рахунок ущільнення баластового шару. У колійному господарстві ці технологічні операції виконуються машинами й механізмами для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії.

# 1 КЛАСИФІКАЦІЯ ВИПРАВНО-ПІДБИВАЛЬНО-ОБРОБНИХ МАШИН

Колійні машини й механізми для ущільнення баластового шару, виправлення колії й обробки баластної призми класифікують за періодичністю дії, призначенням, числом шпал, що підбиваються одночасно, та ін. (рисунок 1).

Для механізації вищезгаданих видів робіт застосовуються виправно-підбивально-обробні машини циклічної дії: магістральні типу ВПР (ВПР-1200, ВПР-02, ВПР-02М та ін.) і універсальні (для стрілочних переводів і колії) типу ВПРС (ВПРС-500, ВПРС-02, ВПРС-02М, Unimat ін.); безперервно-циклічної дії («Duomatic 09-32 CSM» австрійської фірми «Plasser & Theurer»), безперервної дії типу ВПО (ВПО-3000, ВПО-3-3000). Роботи по ущільненню баласту в шпальних ящиках і на укосах виконуються машинами типу БУМ (БУМ-1М). Остаточне стабілізуюче ущільнення баластного шару проводять динамічними стабілізаторами колії (ДСП).



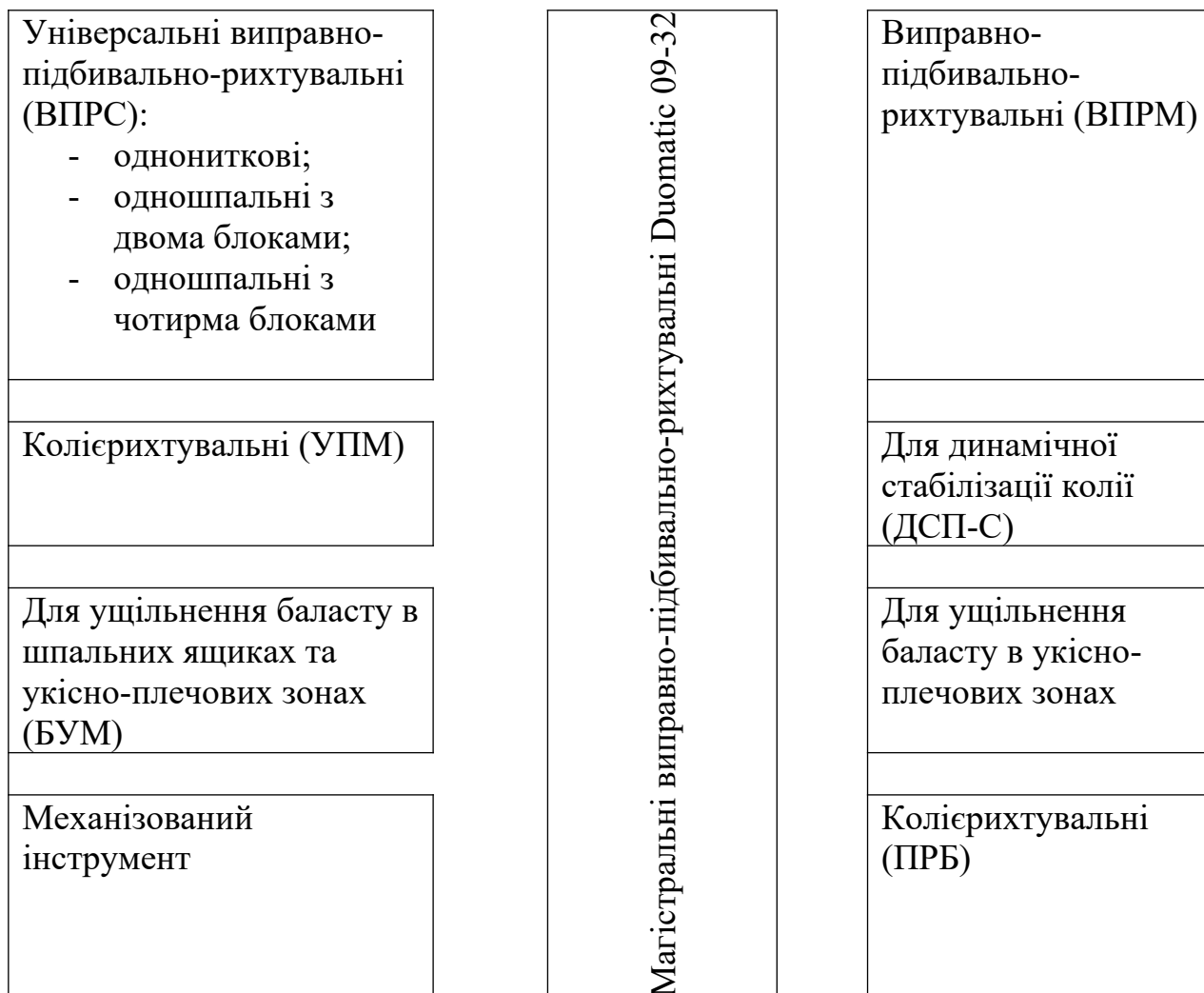


Рисунок 1 – Класифікація машин для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії

Застосовуються також спеціалізовані машини для рихтування колії типу ПРБ безперервної дії системи В.Х. Балашенко, машини Р-2000 і Р-02, що працюють у безперервному і циклічному режимах. У транспортному будівництві знайшли застосування виправно-підбивально-рихтувальні машини (ВІРМ) на базі трактора. Машинами виконується ущільнення баласту способами його силового обтиснення з подачею або без подачі додаткових порцій матеріалу (рисунок 2). Більшість робочих органів виправно-підбивальних та ущільнюючих машин використовують спосіб, що поєднує вібрування в горизонтальному, вертикальному або іншому напрямку з примусовою силовою подачею – віброобтиснення.

Ущільнення шару в підшпальній зоні (підбиття) здійснюється виправно-підбивальними машинами за рахунок його горизонтального віброобтиснення з боку поздовжніх кромek шпал

лопатками підбійок для машин циклічної або безперервно-циклічної дії (рисунок 2,а) і з боку торців шпал віброплитами з нахиленими в плані ущільнювальними клинами для машин безперервної дії (рисунок 2,б).

У першому випадку послідовно виконуються операції заглиблення підбійок, обтиснення баласту при наближенні до шпали їхніх лопаток, розкриття підбійок, підйому над рівнем головки рейки (РГР) і переміщення для обробки наступної шпали або групи шпал. У другому випадку при безперервному русі машини баласт у підшпальну зону примусово подається клином, ущільнювальна поверхня якого розташована під кутом атаки до напрямку руху. Ущільнення баласту в укiсно-плечовій або міжколійній зонах проводиться віброплитами, які притискають із навантаженням. Віброплита у цьому випадку встановлюється на укiс (рисунок 2,в) або на плече (рисунок 2,г). Ущільнення баласту в шпальних ящиках при віброобтисненому впливі реалізується через штампи (рисунок 2,д). Динамічний стабілізатор колії ущільнювальний вплив на підшпальну зону баластового шару здійснює через РШР. Вона притискається вертикальним навантаженням  $P$  з одночасним вібруванням у горизонтальному й вертикальному напрямках (рисунок 2,е).



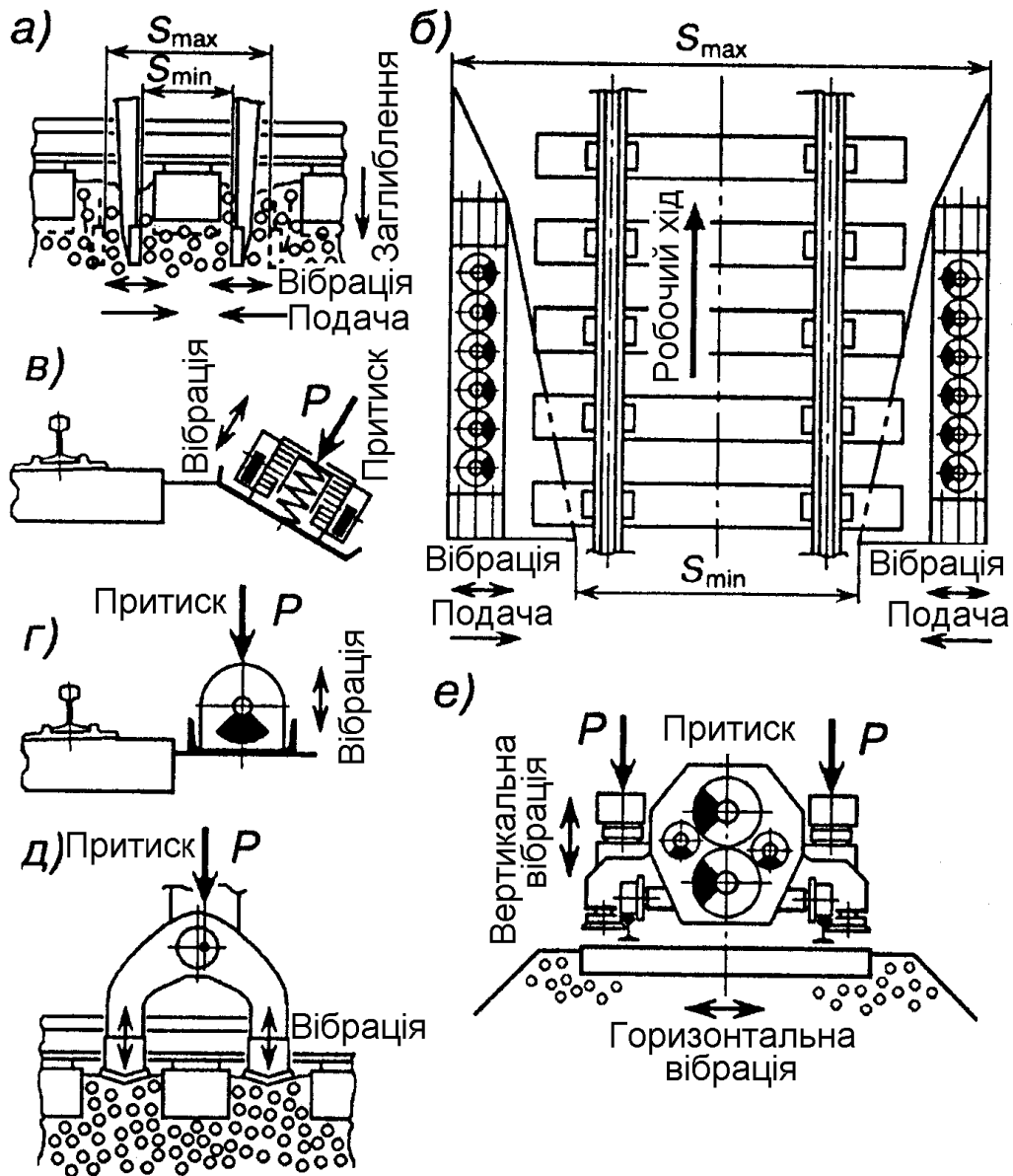


Рисунок 2 – Робочі органи для ущільнення і стабілізації баласту

Виправлення машинами РШР в поздовжньому профілі, плані та за рівнем робиться робочими органами – підйомно-рихтувальними пристроями, (ПРП), різними за конструктивним виконанням й принципом дії (рисунок 3).

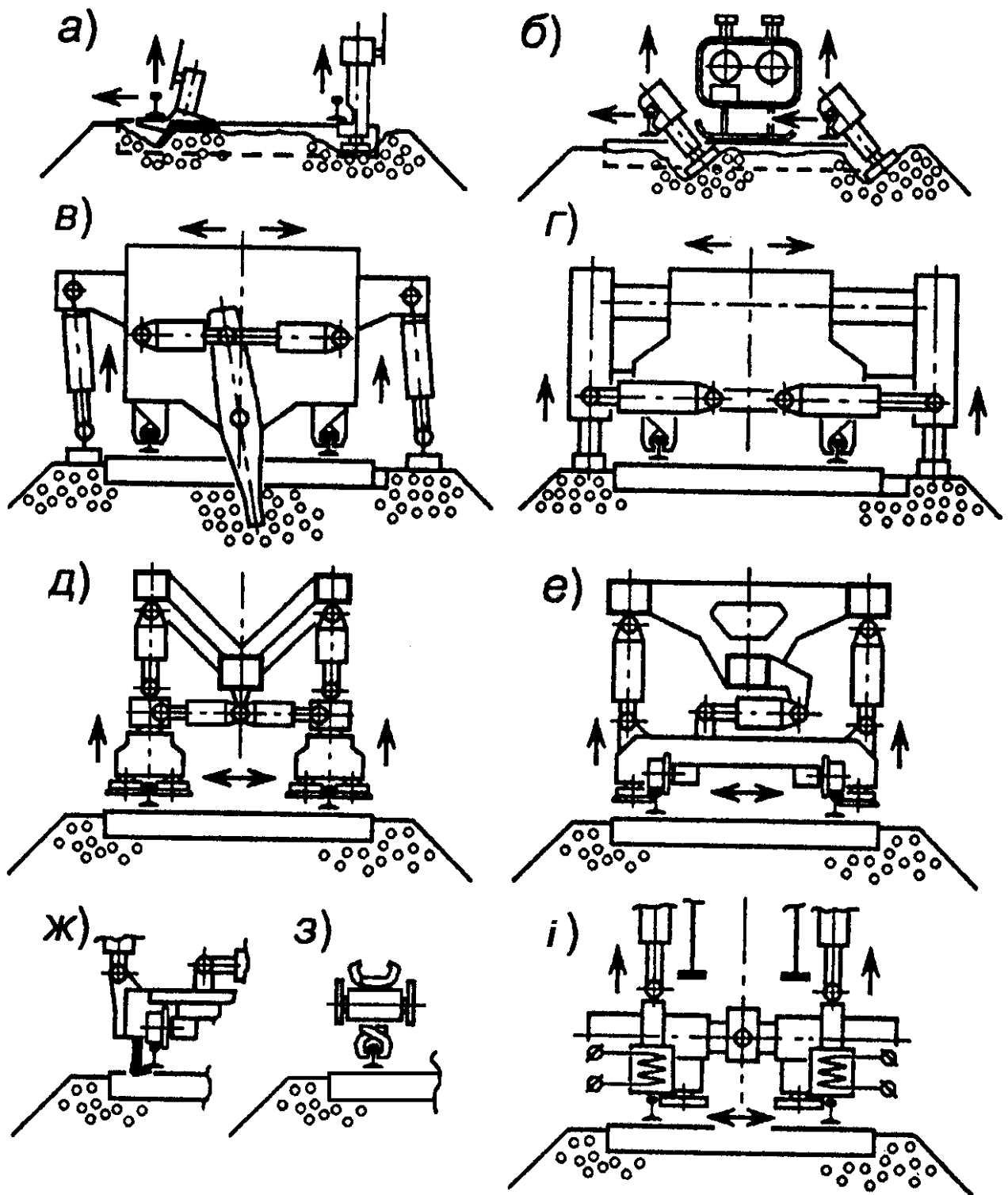


Рисунок 3 –Робочі органи для виправлення РШР

Для усунення місцевих нерівностей РШР використовуються гідравлічні колійні домкрати й рихтувальні прилади (рисунок 3,а) або моторні гідравлічні рихтувальники (рисунок 3,б). Підйом

коліїної решітки колієпідйомниками циклічної дії проводиться з опорою на баласт, а зрушення її - з використанням анкерних пристроїв (рисунок 3,в) або переміщенням у горизонтальній площині (рисунок 3,г). Машини циклічної дії – магістральні, типу ВПР (рисунок 3,д) і універсальні, типу ВПРС (рисунок 3,е) обладнуються ПРП з роликівими захоплювальними пристроями, а машини ВПРС - додатково гаковими захоплювачами (рисунок 3,ж). Підйомно-рихтувальні пристрої машин безперервної дії оснащуються кліщовими захватами (рисунок 3,к) для машин типу ВПРМ або електромагнітно-роликівими захоплюючими пристроями (рисунок 3,л) для машин типу ВПО. Універсальні виправно-підбивально-рихтувальні й обробні машини, як правило, обладнуються трикоординатними виправними пристроями й ущільнювальними робочими органами, тому що процеси виправлення й підбиття колії об'єднані зоною й часом їхнього виконання. Додатковими робочими органами для ущільнення баласту й виправними системами оснащуються й інші колійні машини (електробаластери, щебенеочисні машини, комплекти змінного устаткування на базі тракторів й ін.).

## **2 ВИПРАВНО-ПІДБИВАЛЬНО-ОБРОБНА МАШИНА ВПО-3-3000**

Машина ВПО-3-3000 (рисунок 4) призначена для виконання комплексу заключних робіт технологічних процесів технічного обслуговування колії й нового будівництва: дозування баласту в колію; виправного піднімання колії в поздовжньому профілі, за рівнем й у плані; ущільнення баласту в підшпальній зоні (підбиття), планування поверхні баластної призми на укосах та міжколійї з одночасним її ущільненням у цих зонах; очищення поверхонь рейок і шпал від надлишків баласту з викидом убік. Машина застосовується при реконструкції колії, капітальному, середньому й підйомному ремонтах при всіх типах верхньої будови колії магістральних і промислових залізниць. Усі основні технологічні операції робляться при безперервному русі машини окремим тепловозом.

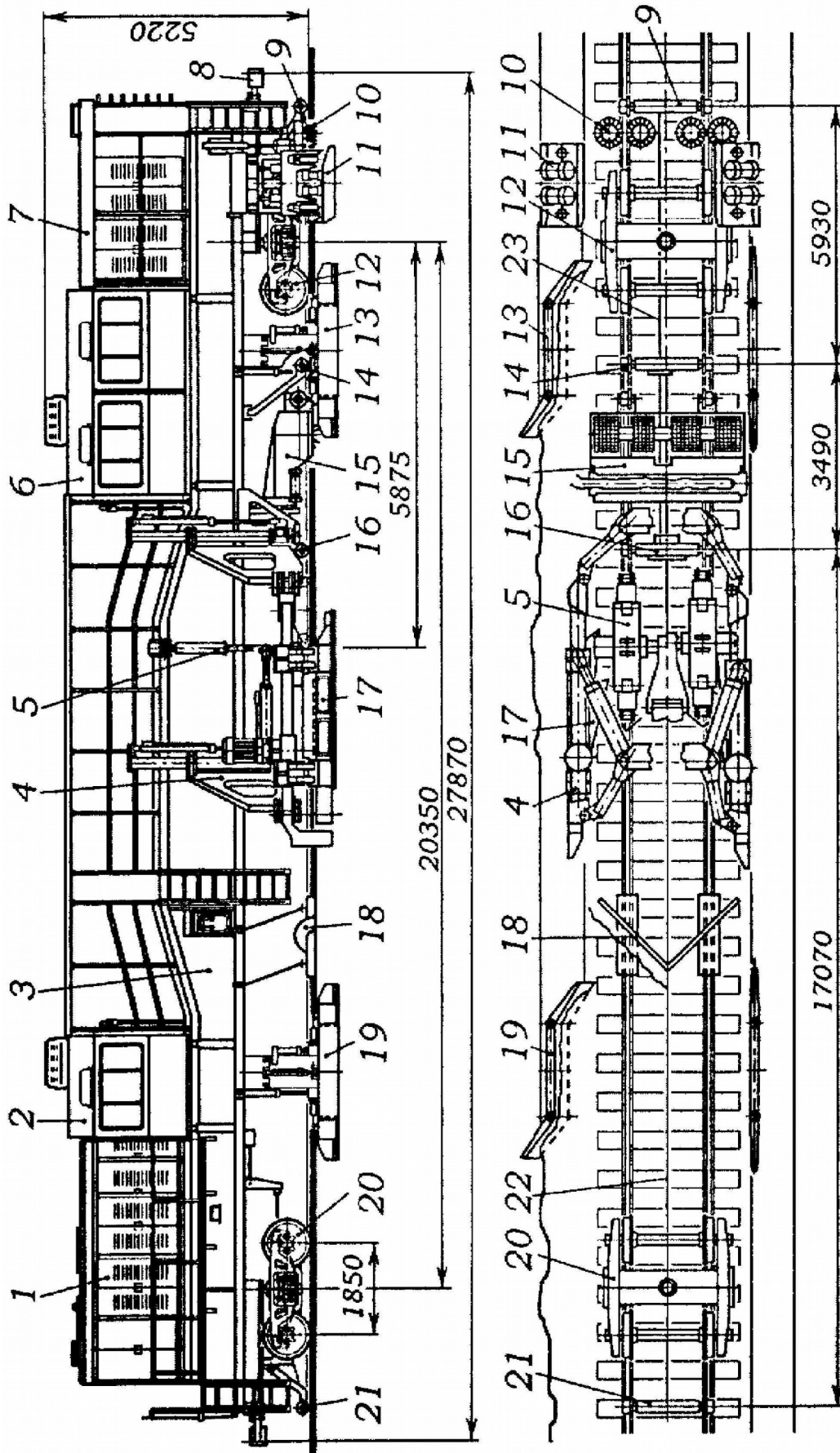


Рисунок 4 - Виправно-підбивально-обробна машина ВПО-3-3000

Екіпажна частина машини включає зварну ферму з двобалкової конструкції з поперечними зв'язками, що надають їй необхідної жорсткості при сприйнятті робочих навантажень. Ферма опирається на задній 12 і передній 20 ходові візки типу 18-100. Машина обладнана всіма стандартними пристроями й системами, що дозволяють включати її до складу поїзда: автозчепами 8, гальмовим обладнанням, сигнальними пристроями. На фермі в послідовності виконання основних технологічних операцій по її осі, або із двох боків симетрично, змонтовані робочі органи: правий і лівий дозатори 19, що дозволяють, при необхідності, дозувати порції баласту, вивантаженого на узбіччя і у колію; баластний плуг 18, що призначений для перевалки надлишків баласту з поверхонь шпал усередині колії на плечі й укуси баластної призми; ПРП 5 з електромагнітно-роликівими захватами, конструкція яких аналогічна захватам електробаластерів; основні ущільнювальні віброплити 17 з механізмами 4 їхнього установа в робоче й транспортне положення (підвіска віброплит), що роблять ущільнення баласту під шпалами в зоні вивішування колійної решітки за допомогою ПРП; підбирач баласту 15, що складається з горизонтальної роторної тросової шпальної щітки із приводом і викидного стрічкового транспортера; правий і лівий планувальники 13, які призначені для засипання траншей після проходу віброплит з одночасним формуванням поверхонь баластної призми на укосі або міжколійї; правий і лівий ущільнювачі 11 укісно-плечових і міжколійних зон; праві й ліві активні роторні рейкові щітки 10, що очищають зони рейкових скріплень й бічні поверхні рейок від баласту й забруднень. При роботі енергопостачання основних механізмів здійснюється від основного дизель-електричного агрегату змінного струму, розташованого для зручності обслуговування й ремонту під капотом 1. Тут же розташовується аварійний дизель-електричний агрегат, що використовується для приведення робочих органів в транспортне положення при відмові основного агрегату, а також для допоміжних потреб. У більшості робочих органів застосовано об'ємний гідропривід, насосна станція якого змонтована під капотом 7 у задній частині машини.

Машина оснащується трикоординатною триточковою КИС системи ВНДІЗТу з використанням мікропроцесорного керування, а також контрольною системою. Працюючий стрілограф машини включає передній 21 і задній 14 кінцеві візки і вимірювальний візок 16. Між кінцевими візками натягується вимірювальний трос-хорда 22. Для контрольного троса-хорди 23 кінцевими є візки 16 і 9, а вимірювальним – візок 14, на якому розташовується датчик стріли вигину. Одночасно контрольна система має датчик рівня, який розташовано на задньому візку 9 поза зоною впливу вібрацій.

Керування машиною здійснюється з передньої кабіни 2 (керування дизель-електричними агрегатами, дозатором і баластним плугом) та із задньої кабіни 6 (керування виправленням, підбиттям, ущільненням укісно-плечових і міжколійних зон призми, обробкою колії). Кабіни встановлені на резинометалевих амортизаторах, які також є і віброізоляторами.

Підйомно-рихтувальний пристрій (рисунок 5) призначений для виправлення колії в поздовжньому профілі, за рівнем і в плані в межах встановлених допусків і норм утримання колії та є виконавчим робочим органом відповідної автоматизованої системи керування виправленням.

Він складається із захоплювальної частини, що включає чотири електромагнітно-роликових захвати 7, підвішених через шарнірні вузли на траверсах 8, що виконують одночасно функції балансира компенсації вигину рейкових ниток при вивішуванні РШР. На відміну від ПРП електробаластерів ЭЛБ-ЗМК і ЭЛБ-4, підвішування захватів здійснене зверху, що спрощує їхню конструкцію та полегшує виконання ремонтних робіт. Механізми підйому правої і лівої рейкових ниток складаються з гідроциліндрів 4, які вушками штоків через сферичні шарнірні вузли 9 з'єднані із траверсами, а вушками корпусів - через інші шарнірні вузли 3 - з поперечним кронштейном 2, установленим на фермі 1 машини. Тому що правий і лівий гідроциліндри підйому працюють незалежно, вони здійснюють також й установлення колії за рівнем. Механізм зсуву колійної решітки складається із правої й лівої висувних трубчастих балок 11, які зварені в траверсу 8. Ці балки через проміжні втулки рухомо встановлені на центральній трубчастій балці 18. Усередині балок встановлено гідроциліндри 16, які з'єднані з ними через сферичні шарнірні вузли. Цими гідроциліндрами висувні балки можуть

переміщатися в поперечному осі колії напрямку відносно центральної балки. На висувних балках унизу встановлені на осях ролики, що рихтують, 10, які при роботі контактують із внутрішніми бічними поверхнями головок рейок, передаючи на них зусилля зсуву. Реактивне зусилля, зв'язане зі зсувом колійної решітки, сприймається центральною балкою й через шарнірний вузол 17 передається на реактивний кронштейн 13. Цей кронштейн з іншого боку через шарнірні вузли 14 закріплений на кронштейні 15 ферми машини.

Гідросистема привода зсуву колії дозволяє при роботі машини забезпечити постійний контакт роликів 10 з головками рейок за рахунок подачі мастила в обидві порожнини гідроциліндрів 16 (приєднання за диференціальною схемою) при відсутності сигналу на зсув колії.

При приведенні ПРП в транспортне положення траверси 8 з захватами 7 зрушуються до середини ферми, гідроциліндри 4 підіймають захвати до їх контакту з упорами 5, після чого вони додатково закріплюються гвинтовими стяжками 6. Ущільнювальні робочі органи – основні вібраційні підбивальні плити (віброплити), що призначені для ущільнення баласту в підшпальній зоні при його безперервному віброобтисненні в горизонтальній площині з боку торців шпал, а додаткові віброплити - для ущільнення баласту на укосах і міжколійї баластної призми. Віброплита 8 (рисунок 6) має незалежну підвіску для установаження її в робоче й транспортне положення, а також для зміни положення щодо осі ферми для вписування в криві. Віброплита підвішена на поздовжній балці 3, що шарнірно з'єднана із двома підйомно-поворотними кронштейнами 2. Кронштейни встановлені на вертикальних напрямних колонах 1, які нерухомо пов'язані з фермою машини.

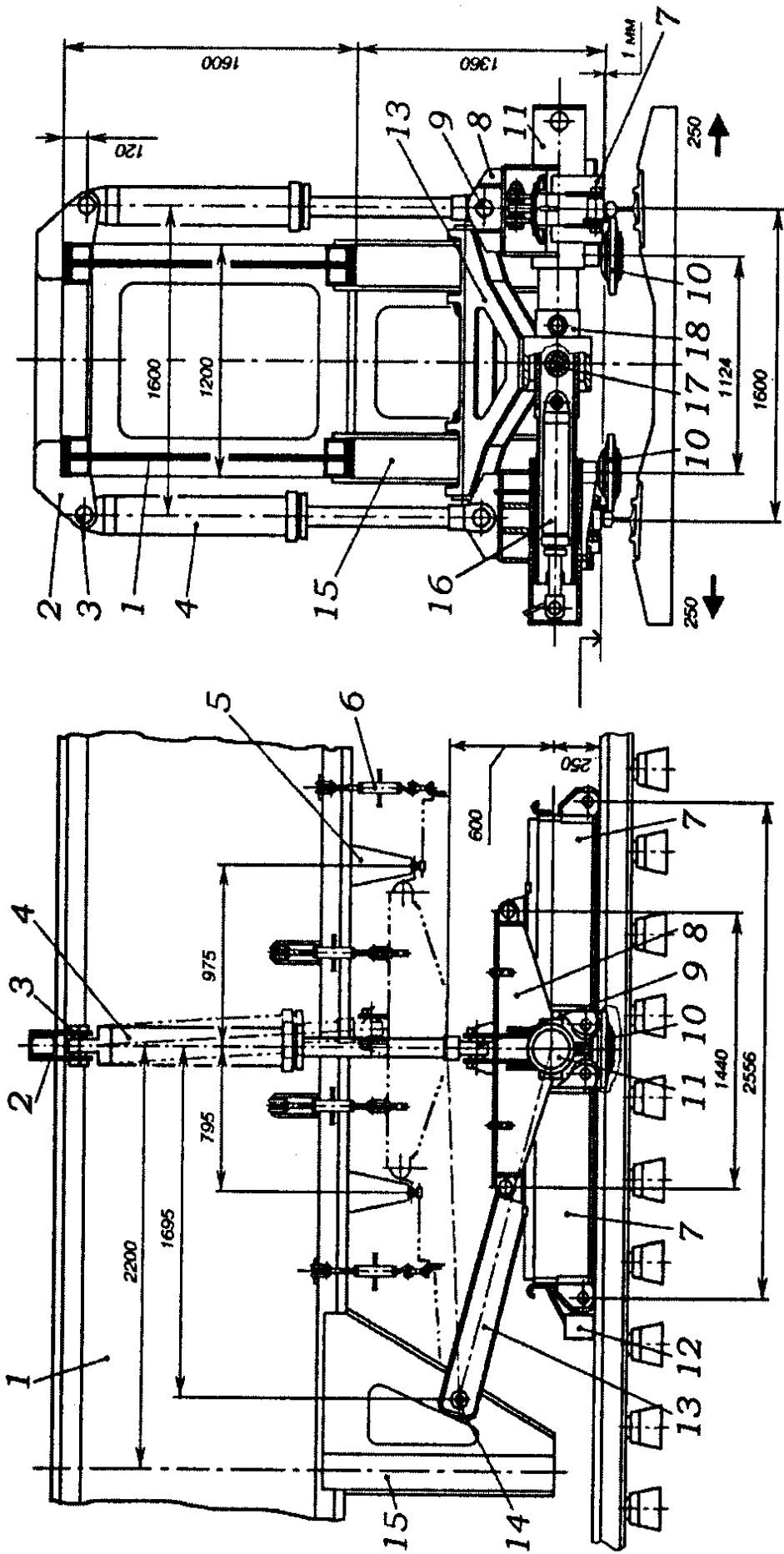
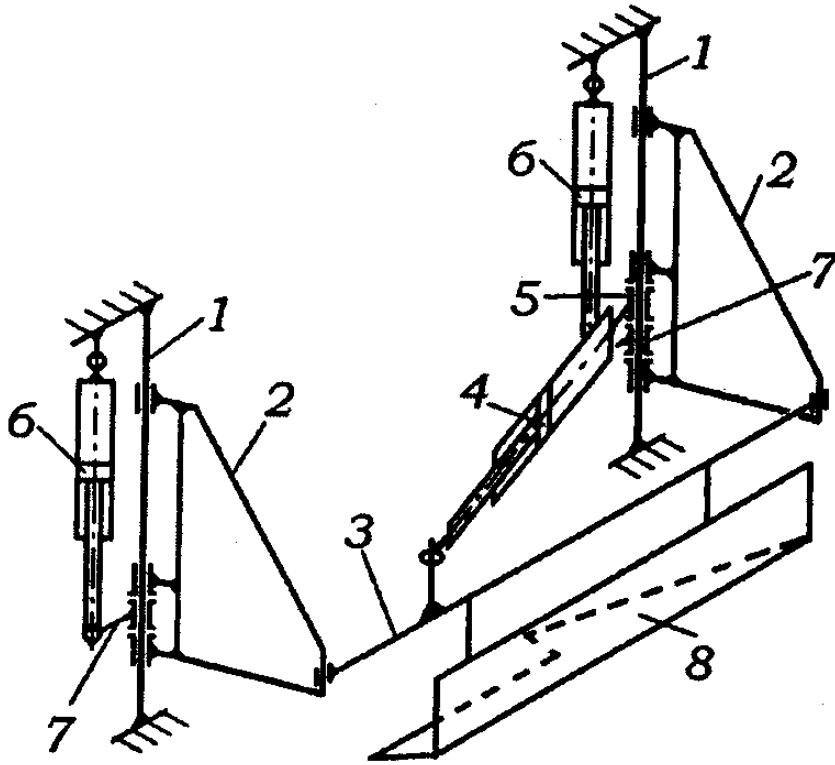


Рисунок 5 – Схема підйомно-рихтувального пристрою (ЛРП)



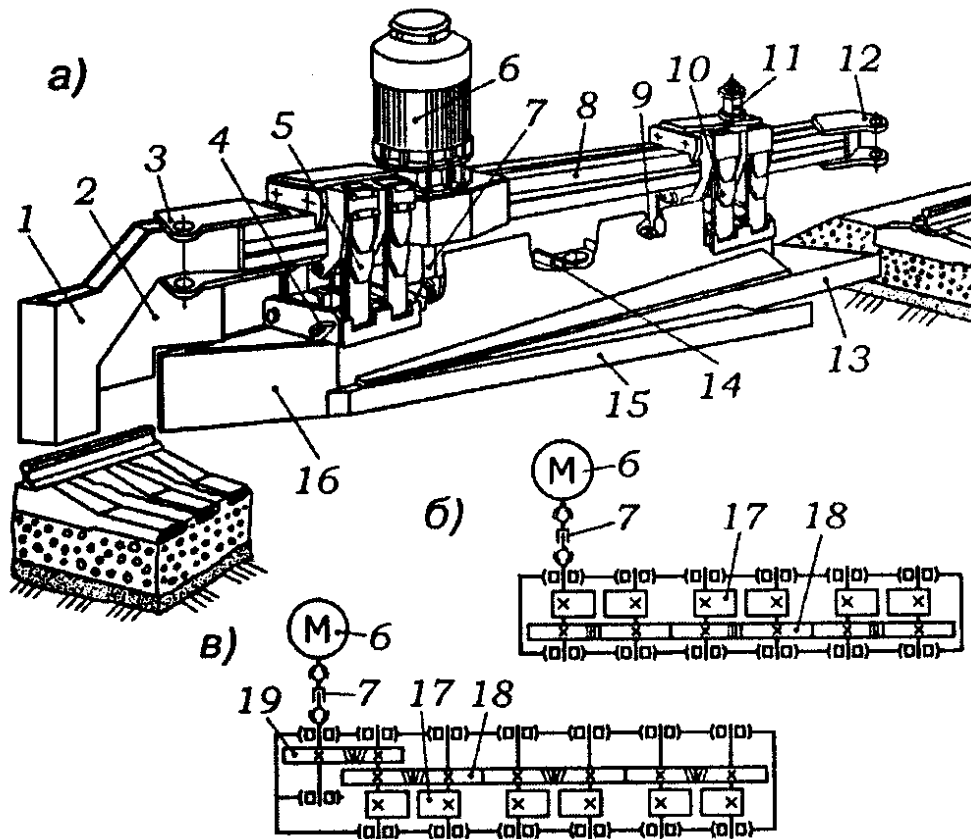


1 - вертикальні напрямні колони; 2 - підйомно-поворотні кронштейни;  
 3 - поздовжня балка; 4, 6 - гідроциліндри бічного зсуву і підйому віброплити;  
 5 - обойма кріплення гідроциліндра 4 до колони; 7 - кронштейни; 8 - віброплита

Рисунок 6 - Кінематична схема підвіски віброплит

Синхронні підйом і опускання кронштейнів здійснюються гідроциліндрами 6, пов'язаними з ними через додаткові кронштейни 7. Кронштейни 2 і балка 3 у плані утворюють шарнірний паралелограмний механізм. Поперечний рух віброплити здійснюється гідроциліндром 4, вушко штока якого через вісь закріплене на балці, а корпус через обойму з'єднаний з передньою колоною. Віброплита (рисунок 7,а) має корпус зварної конструкції із титановим зносостійким наплавленням, що має загострену в плані носову частину 16, основний 15 і додатковий 13 ущільнювальні клини, через які здійснюється віброобтискуючий вплив на підшпальну зону. У середині корпусу встановлений шестидебалансний віброзбуджувач 14 зі спрямованої поперек колії силою, що генерує поперечні вібрації. Віброплита через комплекти листових ресор 5, 10, які виконують функції пружних зв'язків у коливальній системі, підвішена на поздовжній балці 8 також зварної

конструкції. На балці встановлен електродвигун 6, зв'язаний із вхідним валом вібророзбуджувача через карданний вал 7.



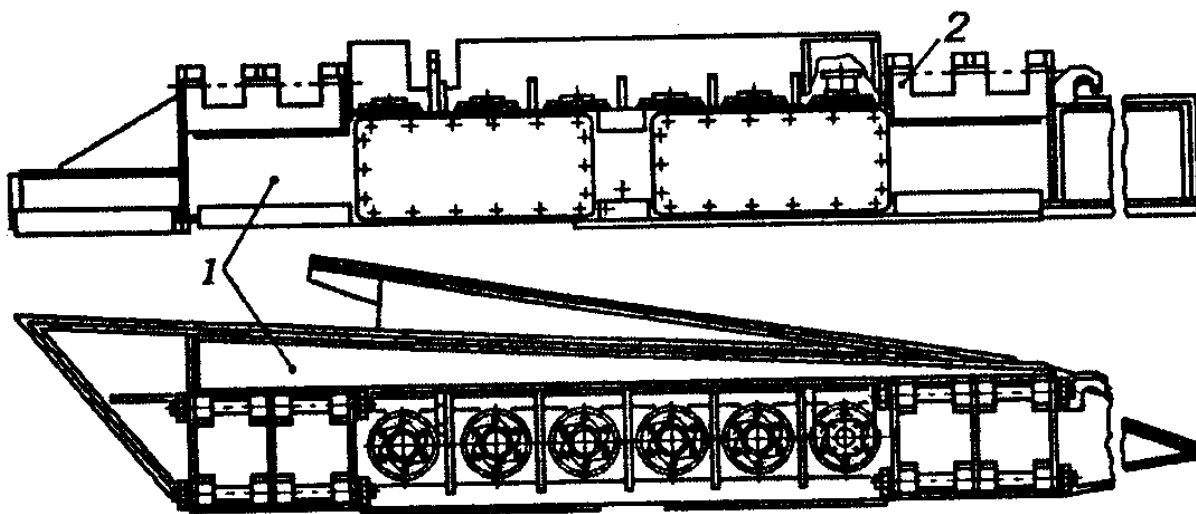
а - загальний вигляд; б, в - кінематичні схеми приводів віброплит машин ВПО-3000 і ВПО-3-3000; 1, 2- розсікач баласту й відбійний щит; 3, 12 - вушка кріплення балки на підйомно-поворотних кронштейнах підвіски; 4, 9 - гаки кріплення транспортних розтяжок; 5, 10 - передній і задній комплекти листових ресор; 6, 7 - електродвигун і карданний вал привода дебалансу; 8 - поздовжня балка; 11- палець кріплення гідроциліндра поперечного зсуву віброплити; 13, 15 - додатковий й основний ущільнювальні клини; 14 - шестидебалансний вібророзбуджувач; 16 - носова частина; 17 - дебаланси; 18, 19 - синхронізуюча й прискорювальна зубчасті передачі

Рисунок 7 – Поздовжня балка з віброплитою

Поздовжня балка встановлюється вушками 3, 12 через шарнірні вузли на підйомно-поворотних кронштейнах. У передній частині балки розташований розсікач баласту 1, що зменшує тягове навантаження на ресорні комплекти, а також відбійний лист 2, що призначений для зменшення втрат баластного матеріалу, який

спрямовується в зону ущільнення. Вібробуджувачі віброплит машини ВПО-3000 (б) і ВПО-3-3000 (в) містять дебаланси 17, які установлені на вертикальних валах у підшипникових опорах, і синхронізуючі зубчасті колеса 18, що перебувають в зачепленні один з одним.

Віброплити (рисунок 8) у робочому положенні клиновою частиною заглиблені на 60-100 мм нижче підшов шпал колії, і в горизонтальній площині основні ущільнювальні клини заходять під кінці шпал на 150-175 мм. Ущільнювальні клини віброплит подають баласт в підшпальний простір й у процесі вібрації ущільнюють його там.



1 – корпус; 2 – кронштейни

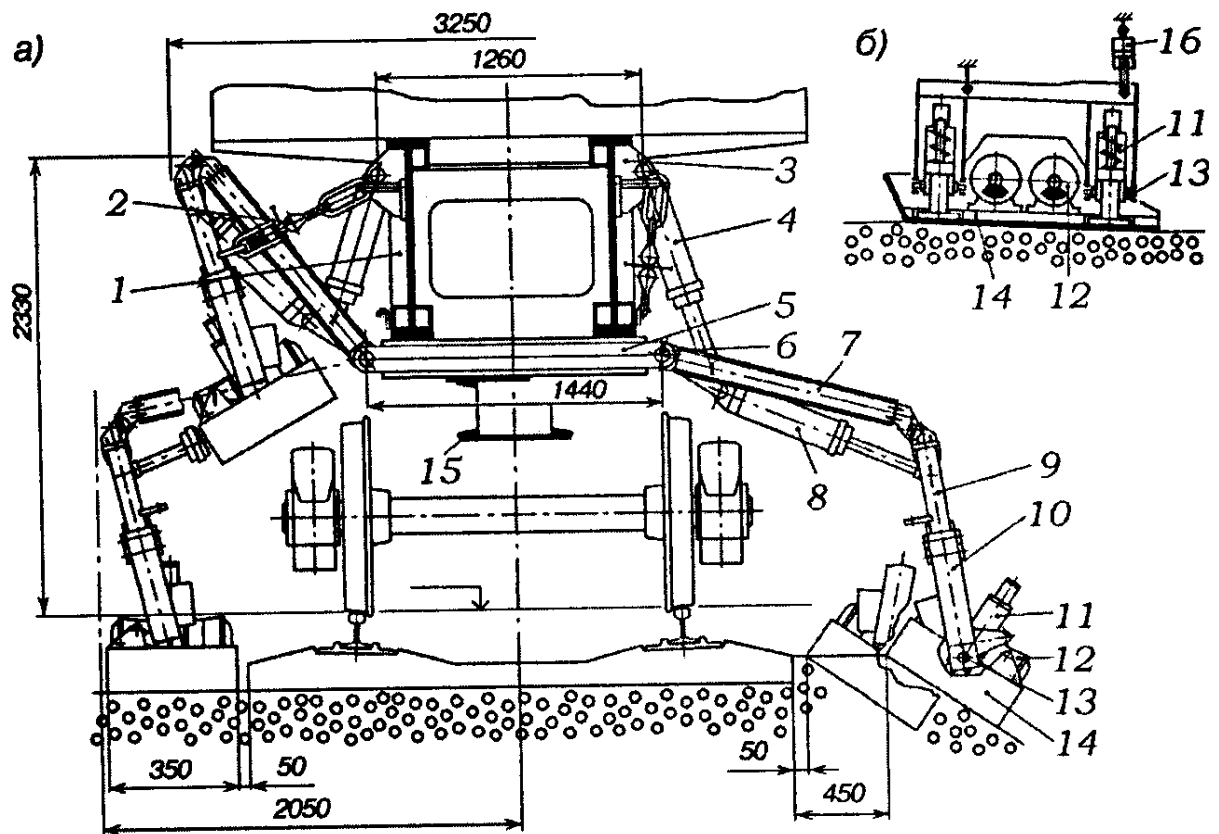
Рисунок 8 – Віброплита

Ущільнювач укосів і міжколійя машини ВПО-3-3000 (рисунок 9) містить ущільнювальну віброплиту, що має корпус 14 з робочою поверхнею коритоподібної форми без задньої, по ходу руху, стінки. До корпусу нерухомо приєднані два будівельних вібратори 12. При роботі вібраторів виникає явище самосинхронізації, що дає можливість одержати сумарну силу, що змушує, яка спрямована перпендикулярно до робочої ущільнювальної поверхні.

Віброплита через закриті пружинні амортизатори 11 і горизонтальні осі 13 установлена на шарнірно-важільному механізмі із приводом від гідроциліндрів 4, 8. Цей механізм має рами 7, 9, 10, з'єднані між собою через шарнірні вузли й установлені на поперечній балці 5. У цілому механізм є маніпулятором, що дозволяє

встановлювати віброплиту в будь-яке положення на укісно-плечових і міжколійних зонах баластної призми (рисунок 9,а). Гідроциліндром 16 досягається регулювання кута атаки віброплити при її безперервному русі разом з машиною по поверхні баластної призми. Ущільнення баласту в зонах біля торців шпал сприяє підвищенню опору поперечному зсуву колійної решітки під впливом різних факторів, отже, підвищується безпека руху поїздів. У транспортному положенні ущільнювач закріплюється гвинтовими стяжками 2.

В експлуатації до теперішнього часу перебуває значна кількість випущених раніше виправно-підбивально-обробних машин ВПО-3000 безперервної дії.



а - положення при роботі й транспортне положення; б - кінематична схема віброплити; 1 - ферма машини; 2 – транспортні стяжки; 3 - кронштейн; 4, 8, 16 - гідроциліндри повороту верхньої, вертикальної й проміжної рам; 5, 15 - поперечна й тягова (для установа автосцепу) балки; 6 - шарнірний вузол; 7, 9, 10 - верхня, вертикальна й проміжна рами; 11 - пружинні амортизатори; 12 - будівельні вібратори; 13 - шарніри компенсаційного повороту віброплити; 14 - корпус віброплити

Рисунок 9 - Ущільнювач укосів і міжколійя машини ВПО-3-3000

Машина виконує аналогічні функції, тому компонування основних робочих органів на фермі схоже на аналогічне компонування машини ВПО-3-3000. Найбільш значимі відмінності: привод робочих органів електромеханічний з використанням черв'ячних редукторів, гвинтових передач і реверс-редукторів із фрикційними муфтами перемикання; конструкція дозатора аналогічна конструкції дозатора електробаластера ЕЛБ-3М; ущільнювачі мають обмеження рухомості віброплити, тому їхнє використання обмежене вузьким діапазоном розмірів укісно-плечових зон баластної призми; у зв'язку зі зсувом центра маси машини назад застосовано задній тривісний ходовий візок типу 18-102; дизель-електричний агрегат розміщується в кабіні вагонного типу (таблиця 1).

Таблиця 1 - Технічна характеристика машин

Параметр	ВПО-3000	ВПО-3-3000
Робоча швидкість, км/год	1,2. ..2,0	1,6. ..2,0
Тип силової установки	У-36	У-36М
Потужність силової установки, кВт	200	200
Максимальна сила піднімання, кН	200	250
Максимальна сила рихтування, кН	143	170
Потужність електродвигунів віброплит, кВт	55	55
Змушувальна сила кожної віброплити, кН	200	250
Частота коливань віброплити, Гц	24,5	35
Амплітуда коливань, мм	5...8	3...6
Потужність привода ущільнювачів укосів, кВт	2*20	4*1,1
Габарит уписування за ГОСТ 9238-83	1-Т	1-Т
Транспортна швидкість у складі поїзда, км/год	50	100
Маса машини, т	106,5	93

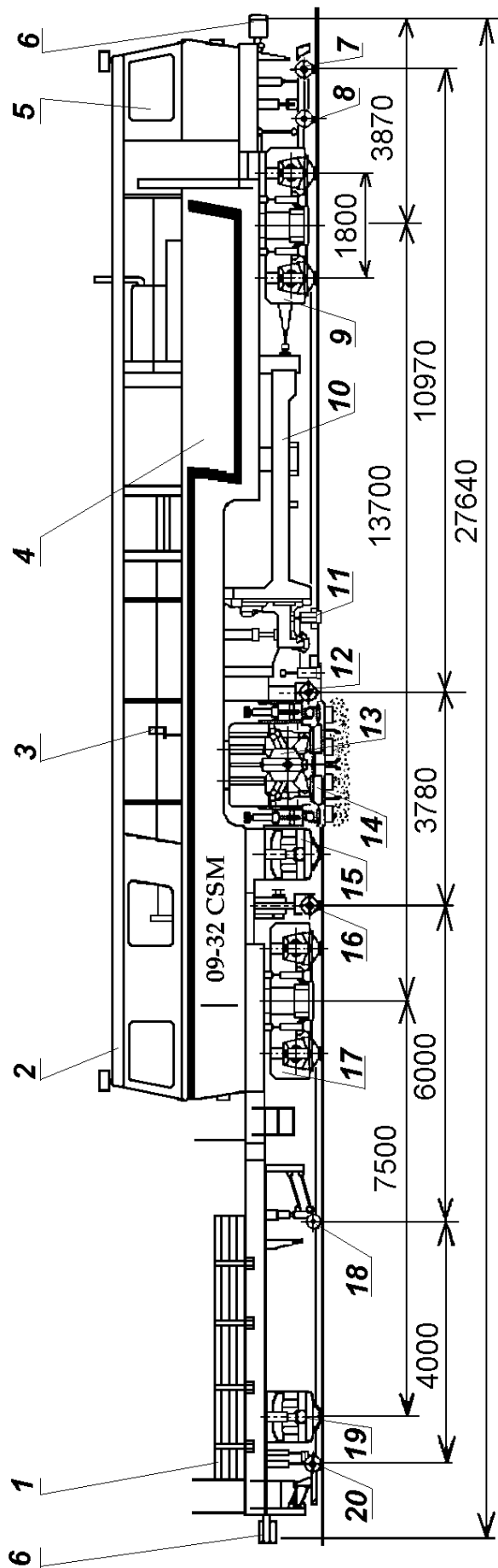
### 3 МАШИНА 09-32 CSM

Машина призначена для використання на магістральних ділянках колії й складається (рисунок 10) із двох рухомих одиниць: базової машини й постійно зчепленої з нею, через універсальний шарнірний вузол, напівпричіпної платформи 1. Успіх серії 09 ґрунтується на ідеї: відділення основної рами від рами агрегату. Завдяки цьому основна рама в робочому режимі може беззупинно пересуватися, необхідні циклічні поступальні рухи для піднімання, рихтування й підбиття робочого блоку виконуються рамою агрегату.

Базова машина є чотиривісною візковою рухомою одиницею з корпусом 4, що опирається на передній двохосьовий тяговий візок 9 і задній бігунковий візок 17. Тяговий візок має приводні колісні пари, а бігунковий - не приводні. На рамі встановлене робоче устаткування, дизель із трансмісією, автозчепне устаткування, гальмова система та ін.

Керування машиною зосереджено в кабіні машиніста 2 й у кабіні оператора 5. Розподіл функцій керування між кабінами традиційний для машин класу ВПР: у кабіні оператора зосереджене керування транспортним пересуванням машини вперед, керування процесом виправлення в автоматичному режимі з використанням бортового комп'ютера АLC; у кабіні машиніста зосереджене керування транспортним пересуванням машини по напрямку назад, а також основна частина органів керування й контролю за виправленням та підбиттям колії.

У транспортному режимі машини привод колісних пар тягового візка здійснюється через систему гідромеханічної трансмісії з комплексним гідротрансформатором у реверсній коробці. У робочому режимі привод здійснюється через об'ємну гідропередачу. Приводними в цьому випадку є колісні пари тягового візка 9, колісна пара 15 сателіта (супутника) і колісна пара 19 платформи. Основні робочі органи: двошпальні підбивальні блоки 13, підйомно-рихтувальний пристрій 11 з тарілчастими кліщовими роликowymi захватами, ущільнювачі баласту 14 за торцями шпал, вимірювальний візок 12 рихтувальної системи й вимірювальний пристрій 3 нівелювальної системи, які встановлені на супутнику 10.



1 - напівпричіпна платформа; 2, 5 - кабіни машиніста й оператора; 3 - нівелювальна система; 4 - корпус із силовим агрегатом, трансмісією, гідروпередачею, гальмовою системою; 6 - автосцеп; 7, 12, 16, 18, 20 - передній, вимірювальний, контрольний-вимірювальний, контрольний і задній візки КВС; 8 - мірний коток з датчиком колії; 9, 17 - тяговий і бігунковий ходові візки; 10 - супутник; 11 - ПРП; 13 - підбивальні блоки; 14 - ущільнювачі баласту за торцями шпал; 15, 19 - приводні колісні пари супутника й платформ

Рисунок 10 - Виправно-підбивальна машина безперервно-циклічної дії  
Duomatic 09-32 CSM

Обидва підбивальні блоки високого тиску працюють за асинхронним принципом підбиття під постійним тиском. Рівномірний розподіл зусиль між парами шпалопідбійок, спрямовані коливання в напрямку подачі й оптимальна частота вібрації в 35 Гц забезпечують рівномірне підбиття шпал.

Машини серії 09 CSM можуть мати:

- 09-32 CSM: два підбивальних блоки з 32 бойками для підбиття двох шпал в один підбивальний процес;
- 09-16 CSM: два підбивальних блоки з 16 бойками для підбиття однієї шпали в один підбивальний процес.

За бажанням можна на рівні підбивального блоку встановити ущільнювачі баласту за торцями шпал. Вони баластують під час кожного ходу підбиття щілини вільні від щебеню, що утворюються за торцями шпали в процесі рихтування. Завдяки цьому можлива оптимальна фіксація колії в піднятій і виправленій позиції.

Виправлювальна система машини включає чотириточкову рихтувальну систему, що при рихтуванні колії за прецизійним методом переключається на триточковий режим роботи і двохордову триточкову нівелювальну систему з передньою коригувальною хордою.

До складу рихтувальної системи входить передній натяжний візок 7 з механізмом, що стежить за зсувом переднього кінця рихтувального троса-хорди, лазерний фотоприймач і котковий датчик колії 8, вимірювальний візок 12 у точці виправлення й підбиття, комбінований візок 16 з контрольним датчиком стріл вигину колії, контрольний 18 і задній візок 20 з механізмом натягування троса.

При роботі машини супутник 10 робить рухи із зупинками в кожному циклі над черговою парою шпал, що підбиваються, а сама машина рухається безупинно з незначними плавними вповільненнями й прискореннями.

Уповільнення й прискорення забезпечуються застосуванням об'ємної гідропередачі із плавнорегульованими насосами, що підкачують. Розгін супутника в циклі здійснюється приводною колісною парою 75 і прискорювальними гідроциліндрами. Гальмування здійснюється гальмом колісної пари. У задній частині

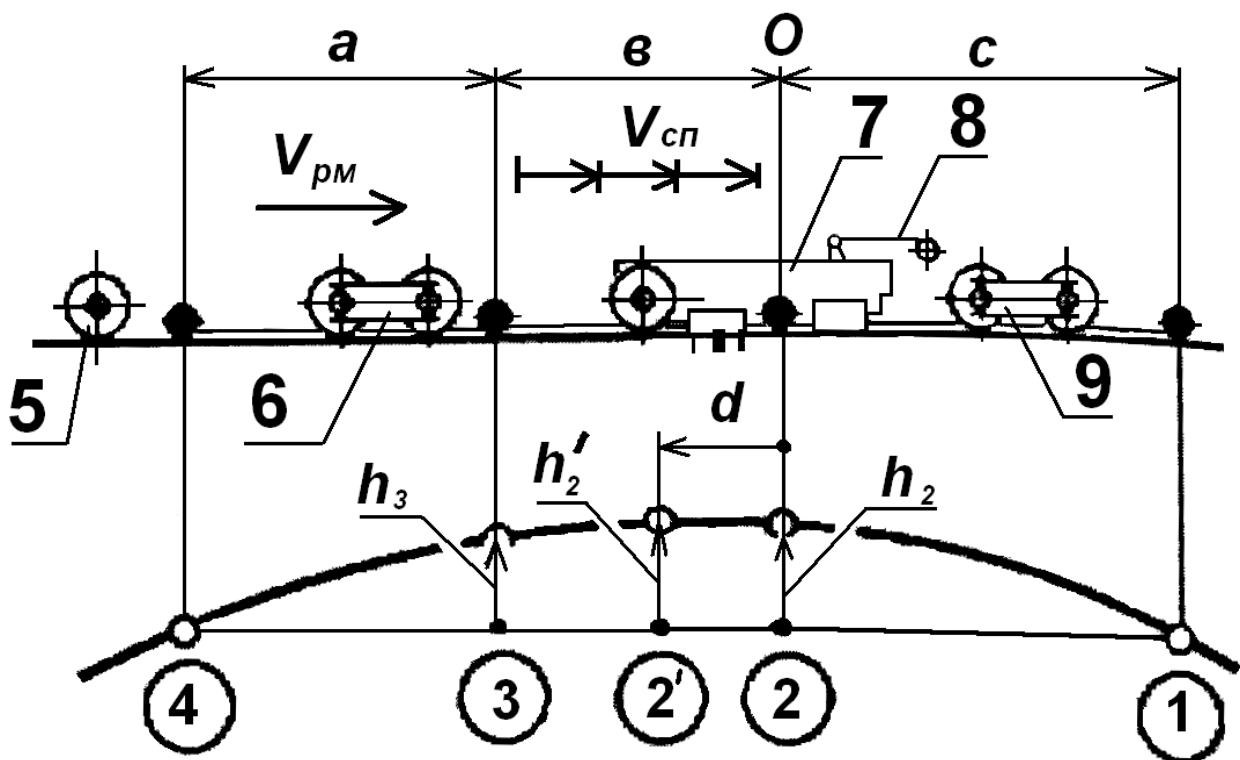


прольоту машини є гідроциліндри, що демпфують амортизації корпусу машини й супутника при їхньому можливому зближенні.

Для експлуатації на залізницях СНД машина обладнана автозчепами б і з'єднувальними гальмовими рукавами.

### 3.1 Система керування рихтуванням машини 09-32 CSM

На машині застосована чотириточкова рихтувальна КВСУВ, схема якої показана на рисунку 11.



5 – колісна пара платформи; 6 – бігунковий візок; 7 – супутник; 8 – датчик зсуву супутника; 9 – тяговий візок;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – плечі вимірювальної бази рихтувальної КВСУВ;  $d$  – відносні зсуви супутника при роботі машини;  $h_2$ ,  $h_2'$  – вимірювальна стріла вигину колії у двох відносних положеннях 2 й 2' супутники;  $h_3$  – контрольна стріла вигину колії

Рисунок 11 – Схема КВСУВ рихтування машиною Duomatic 09-32 CSM

Так же, як і на машинах ВПР-02, ВПРС-02, система може бути включена в режим чотириточкового виміру положення колії в плані, коли рихтування проводиться методом згладжування, або в режим триточкового виміру при рихтуванні колії прецизійним методом або з використанням лазерного променя. В останньому випадку вимірювальна хорда защемляється в контрольній точці 3 накидною вилкою й з роботи вимикається контрольний датчик стріли вигину  $h_2$ .

Вимірювальний візок 2 встановлений на супутнику машини між ПРП і підбивальними блоками й при роботі під час виконання операцій підбиття й виправлення зміщується назад уздовж вимірювальної хорди щодо точок 1, 3, 4. Цей зсув вимірюється потенціометричним датчиком. Сигнал датчика компенсує зміни коефіцієнта  $K_0$  співвідношення вимірювальної  $h_2$  і контрольної  $h_3$  стріл вигину колії. У розрахунковій схемі початковим положенням є крайнє положення супутника спереду. Для цього положення  $a, b, c$  є плечами вимірювальної хорди. Під час виконання операцій виправлення й підбиття супутник не рухається, а машина рухається вперед. Датчик вимірює відносний зсув  $d$  супутника й корпусу машини. Середнє плече  $b$  зменшується на цей зсув, а переднє плече  $c$  - збільшується. У поточному положенні супутника система повинна відстежити співвідношення вимірювальної й контрольної стріл вигину колії (коректування на перехідній кривій не розглядається).

$$\frac{h_2}{h_3} = \frac{(a + b - d)(c + d)}{a(b + c)}.$$

Після перетворень основна формула виправлення для такої системи з рухомою уздовж машини вимірювальною точкою:

$$h_2 = (K_0 + K_d)h_3,$$

де  $K_0$  - початковий коефіцієнт співвідношення стріл вигину колії.

$$K_0 = \frac{c(a + b)}{a(b + c)},$$

де  $K_d$  — змінна частина співвідношення стріл вигину колії

$$K_d = \frac{(a + b - c)d - d^2}{a(b + c)}.$$

У наведених формулах коефіцієнт співвідношення стріл вигину колії має постійну й змінну складові. Змінна складова  $K_d$  залежить нелінійно від відносного зсуву супутника й корпусу машини й ураховується в системі керування. При русі машини змінюється й статичний коефіцієнт згладжування

$$m_c = \frac{(b + c)(a + b + c)}{(b - d)(a + b - d)}.$$

Статичний коефіцієнт згладжування під час руху корпусу машини при зупиненому супутнику збільшується. Це є особливістю машин з безперервно-циклічною схемою роботи.

### **3.2 Система керування нівелюванням машини 09-32 CSM**

Для машин «Duomatic 09-32 CSM» нівелювальна схема (таблиця 2) виміру положення колії в поздовжньому профілі й за рівнем традиційна для машин ВПР, ВПРС. На відміну від інших машин ВПР, поперечний зсув підбивальних блоків забезпечується бічним зсувом супутника на додатковій колісній парі. Вимірювальні пристрої встановлені на супутнику, тому під час роботи машини датчики зміщуються уздовж тросів. Вимірювальною базою для поздовжнього профілю служить триточкова вимірювальна схема, правий і лівий вимірювальні троси якої натягнуті між передніми нівелювальними й задніми контрольними пристроями. Вимір положення в поздовжньому профілі рейкових ниток проводиться потенціометричними датчиками. Виміри положення колії за рівнем проводяться в точках: до виправлення маятниковим датчиком, установленим на передньому візку, у зоні виправлення і підбиття - маятниковим датчиком, установленим на маятниковому мосту, після виправлення - маятниковим датчиком, установленим на контрольнo-вимірювальному візку. Завдання на піднімання й підвищення рейкових ниток можна ввести через передні точки системи, за допомогою «зсуву нуля» керування або їхнім співвідношенням, це

підвищує універсальність системи виправлення колії. Установлення колії в поздовжньому профілі й за рівнем здійснюється ПРП, що складається із правого і лівого піднімальних механізмів з гідроциліндрами. Принцип дії ПРП аналогічний машинам ВПР-1200 і ВПР-02.

Таблиця 2 - Технічна характеристика машини «Duomatic 09-32 CSM» (09-16 CSM)

Параметр	Величина
Продуктивність, шт. /год, не менш	2200...2400
Максимальний хід механізму зсуву колії з рейками Р-65 і залізобетонними шпалами, мм	
- зсуву	100
- підйому	100
Геометричний коефіцієнт згладжування вимірювальних систем: нівелювальної, не менш	1:3,06
Максимальна швидкість, км/год:	
- своїм ходом	90
- у складі поїзда	100
Час безперервної роботи машини, год, не менш	8
Загальна довжина машини над буферами, мм	27640
Висота машини над верхньою кромкою рейки, мм	3600
Ширина, мм	2990
Діаметр колеса, мм	730
Відстань між шворнями візка, мм	13700
База візка, мм	1800
Маса машини, т	63,5 (61)
Потужність двигуна, кВт	348

#### **4 УНІВЕРСАЛЬНА МАШИНА 08-475 UNIMAT 4S**

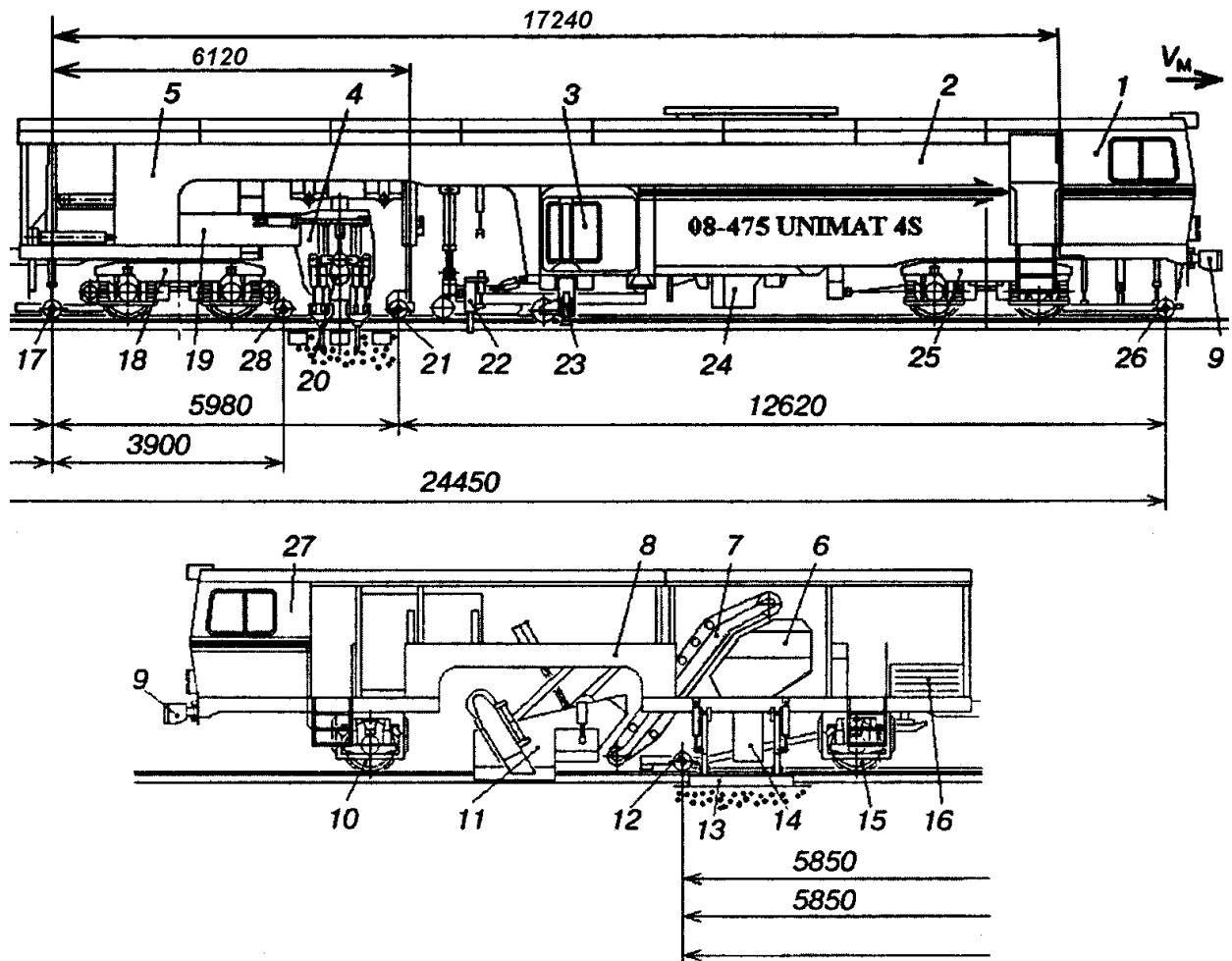
Машина являє собою постійно зчеплений екіпаж, що складається з основної машини 5 (рисунок 12) і додаткового вагона 8. Аналогічно всім машинам класу ВПР на основній машині під капотом 2 розташовано дизельний агрегат потужністю 348 кВт, який зв'язаний через трансмісію 24 із приводними колісними парами двохосового тягового візка 25. У робочому режимі дизельний агрегат через силову

передачу передає потужність на гідронасоси, що приводять до дії робочі органи й механізми пересування машини. Додатковий привод від гідромоторів у робочому режимі здійснюється також на колісні пари двохосового бігункового візка 18. Додатковий вагон опирається на передню 15 і задню 10 колісні пари. Машина оснащена автозчепами 9, гальмовою системою, сигнальними пристроями та ін. Робочі органи включають ПРП 22 із гаковими захватами, на обидві рейки. Під час роботи ПРП може зрушуватися уздовж машини для влучення захватів у шпальні ящики при захваті під подошву рейки. Для запобігання перевантаження ПРП при роботі на стрілочному переводі внаслідок несиметричного навантаження, що виникає при підніманні, машина додатково обладнана правим й лівим піднімальними механізмами 23 з роликівими захватами. При роботі зазначені механізми захоплюють стрілочний перевід за рамну рейку. Система керування забезпечує синхронний підйом стрілочного переводу за три точки, запобігаючи його перекосу.

Ущільнення баласту в підшпальній зоні проводиться чотирма одношпальними підбивальними блоками 20.

Два блоки розташовуються зовні від колії, а два блоки усередині колії. Блоки переміщуються вертикально по циліндричних напрямних гідроциліндрами в рухомих рамах 4. Рами зовнішніх підбивальних блоків через вертикальні шарніри встановлені на поворотних телескопічних стрілах 19. Кожна стріла й рама в плані являють собою шарнірний вузол, елементи якого можуть повертатися гідроциліндрами. Така система підвішування підбивальних блоків забезпечує їх незалежне установлення в будь-якій робочій зоні стрілочного переводу у відповідності до потрібної орієнтації брусів відносно поздовжньої осі машини. Блоки оснащуються двома рядами підбійок з незалежним відкиданням кожної з них.

На додатковому вагоні розміщені ущільнювачі баласту за торцями шпал 13, а також баласторозподільне обладнання, що включає щітковий підбирач 11 з викидним транспортером, поздовжній завантажувальний транспортер 7 і бункер-накопичувач 6 з розвантажувально-дозувальними пристроями 14.



1, 3, 27 - кабіни: оператора, робітника й машиніста; 2 - силовий дизельний агрегат; 4 - поворотні рами підбивальних блоків; 5 - рама основної машини; 6 - бункер-накопичувач баласту; 7 - похилий транспортер; 8 - рама причіпного вагона; 9 - автозчеплення; 10, 15 - колісні пари; 11 - щітковий підбирач баласту; 12, 17, 28, 26 - задній, проміжний і передній візок КВСНУВ; 13 - ущільнювачі баласту за торцями шпал; 14 - дозатор баласту; 16 - кузов для колійного інструменту й матеріалів; 18, 25 - ходові візки основної машини; 19 - поворотні консолі підбивальних блоків; 20 - підбивальні блоки (4 шт.); 21 - нівелювально-рихтувальний вимірювальний пристрій; 22 - ПРП із гаковими захватами, 23 - бічні піднімальні пристрої для рамних рейок стрілочних переводів; 24 - силова передача (трансмісія)

Рисунок 12 - Універсальна машина 08-475 Unimat 4S

На вагоні розташований також кузов 16 для перевезення колійних матеріалів та інструменту.

КВСНУВ машини містить у собі рихтувальну і нівелювальну системи, пристрої яких також традиційні для машин ВПР.

Рихтувальна система чотириточкова, що складається з кінцевих візків 26, 12, нівелювально-рихтувального вимірювального пристрою 21 і контрольно-вимірювального візка 17. Нівелювальна система двотросова, містить нівелювальні і контрольні пристрої, які розташовані в передній кабіні оператора 1. Керування комбінованим підйомно-рихтувальним пристроєм і триточковим підніманням стрілочних переводів зосереджено в робочій 3 кабіні. Машина дозволяє робити точне установлення стрілочного переводу з попереднім підбиттям баласту під рамною рейкою, розташованою на значній відстані від поздовжньої осі машини (таблиця 3).

Таблиця 3 - Технічна характеристика машини 08-475 Unimat 4S

Параметр	Величина
Довжина над буферами, мм	33990
Ширина машини, мм	3000
Висота машини над верхом головки рейки, мм	3450
База машини, мм	14000
Відстань між осями візка, мм	1800
Діаметр кола кочення коліс, мм	920
Загальна маса машини, т	100
Привод: охолоджуваний повітрям дизельний двигун, кВт	348 кВт (473л.с.)
Чотири підбивальних блоки кожний з чотирма відкидними підбивальними інструментами, поворотний кут підбивочного інструмента: - усередину - назовні	15 ° 85°
Швидкість із власним приводом, км/год	90
Додаткова підйомка /плече важіля (відстань від середини машини), мм	3300

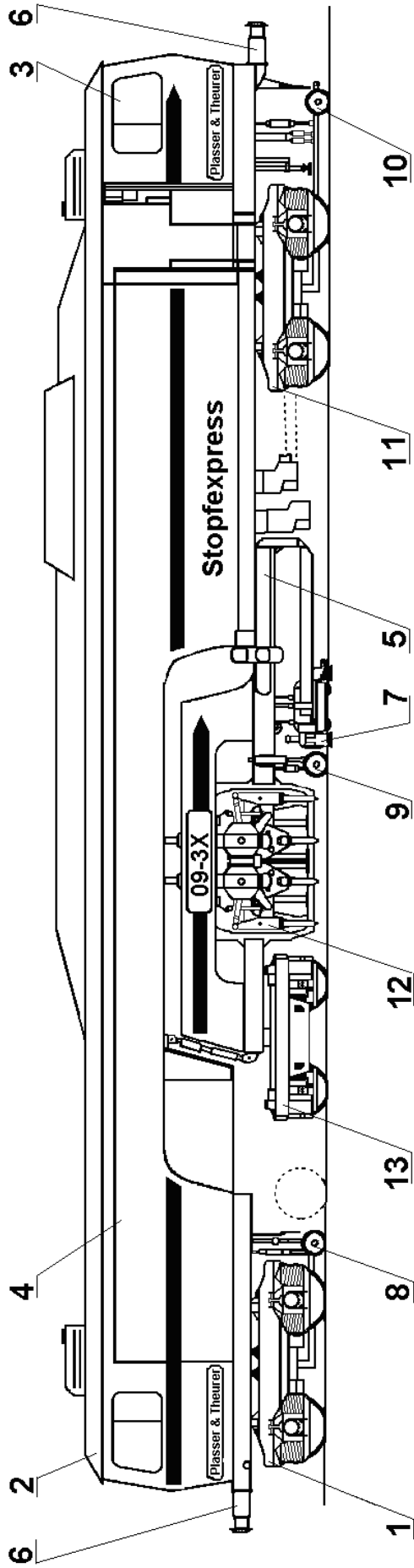
## 5 МАШИНА «DYNAMIC STOPFEXPRESS» 09-3X

У нових технологіях ремонту і поточного утримання колії широко застосовуються комплекси виправно-підбивально-рихтувальних (ВІР) і стабілізуючих (ДСП) машин. Машина «Dynamic

Stopfexpress» 09-3X (рисунок 13) австрійської фірми «Plasser & Theurer» (далі 09-3X), виконує зазначені операції за один робочий прохід. Вона складається із двох секцій типу ВПР і ДСП, обладнаних дизелями фірми «Камминз». Секція ВПР машини 09-3X має чотирирівний екіпаж, усередині якого розташований супутник 5 із двома розділеними поперечно до осі колії підбивальними блоками 12 (ПБ), що містять 48 підбійок для одночасного підбиття трьох шпал. Кожний із ПБ за допомогою чотирьох вертикальних напрямних колон установлений на загальній рамі супутника. Передній кінець його рами через роликові напрямні спирається на раму машини, а задній (через двовісний візок) - на колію. Для роботи в кривих ПБ автоматично центруються над рейками за рахунок бічного переміщення роликових напрямних відповідно до радіуса кривої. На супутнику встановлено на окремих рамах і підвісках піднімально-рихтувальний пристрій (ПРП), що шарнірно з'єднаний з рамою супутника через поздовжню тягу й складається із чотирьох роликових захватів, гідроциліндрів підйому й рихтування колії; ущільнювачі баласту за торцями шпал, уніфіковані з машиною «Дуоматик» 09-32 CSM, рихтувальний і нівелювальний вимірювальні візки. Біля заднього візка машини із зовнішнього й внутрішнього боку рейок розташований пристрій для планування й видалення надлишків баласту з верхньої постелі шпал. Машина безупинно рухається, а супутник переміщається циклічно за допомогою гідростатичного тягового привода візка. Транспортний і робочий режими руху машини здійснюються за допомогою 1, 2-ї й 6-ї осей. Привод першого візка - гідродинамічний через тришвидкісну коробку передач, карданні вали й осьові редуктори, 6-а вісь діє тільки при роботі дизеля секції ДСП. Керування робочим процесом може бути автоматичним, напівавтоматичним або ручним. Машина обладнана системою автоматичного пошуку шпал. Для автоматизованого запису і виправлення положення колії в трьох координатах на машині встановлені дві триточкові системи - нівелювальна (із двома тросами-хордами) і рихтувальна (з одним тросом-хордою), пропорційні контрольно-вимірювальні системи. Керування в режимі виправлення здійснюється автоматизованою системою WIN-ALC зі спеціально розробленим програмним забезпеченням. Секція ДСП така ж, як у машині DGS-62N і являє собою причіпну платформу з кабіною керування 1, що опирається на

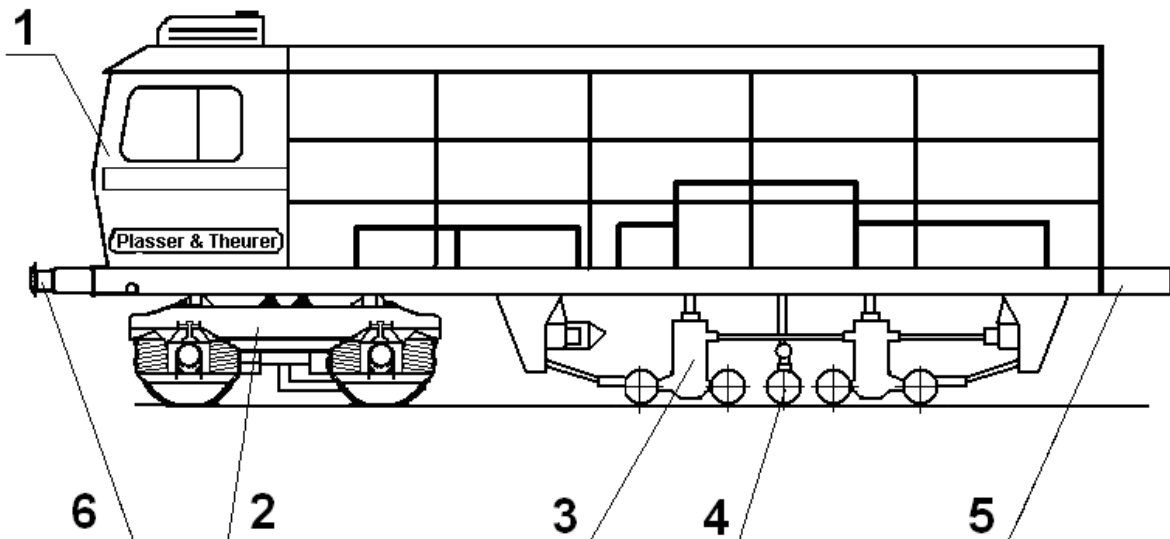


двовісний бігунковий візок 2 і через шарнірну зчіпку 5 на двовісний візок секції ВПР (рисунок 14).



1,11 – бігунковий і тяговий ходові візки; 2, 3 – кабіни машиніста; 4 - корпус із силовим агрегатом, трансмісією, гідروпередачею, гальмовою системою; 5 – супутник; 6 – автозчеп; 7 – ПРП; 8,9,10 – вимірювальний, контрольний, вимірювальний і контрольний візки КВС; 12 – підбивальні блоки; 13 – візок супутника

Рисунок 13 - Машина «Dynamic Stopfexpress» 09-3X



1 - кабіна керування; 2 - бігунковий візок; 3 – віброблоки;  
 4 – вимірювальний візок; 5 - шарнірна зчіпка; 6 – автотзчеп

Рисунок 14 - Причіпна платформа

Вона обладнана двома віброблоками, кожний з яких через чотири вертикальних (ребордних) і два горизонтальних ролики передає на рейки горизонтально спрямовані віброколювання.

На даній платформі розміщені ще один двигун, бак пального для постачання обох двигунів (на підбивальній машині й на платформі), навантажувальна площадка. Під час роботи двигун на платформі служить для привода стабілізаційних вузлів (віброблоків), у режимі транспортування він є додатковим приводом для приводної осі заднього візка підбивальної машини.

Обидва стабілізаційних вузли, розміщених під рамою платформи, розраховані так, щоб виникали тільки сили горизонтальних коливань. Частота вібрації регулюється безступенево в діапазоні від 0 до 42 Гц. Прилад для вимірювання коливань служить для оптимального настроювання частоти. Коли машина зупиняється в робочому режимі, автоматично відключається також і привод вібрації. При продовженні роботи він автоматично включається. Два гідравлічних циліндри передають на колію регульоване вертикальне навантаження.

Відразу після здійснення процесів підйому, рихтування й підбиття машина залишає за собою відмінне положення колії.

Наступне використання стабілізаційних вузлів поряд з ущільненням щеченів одночасно підвищує величину опору колії поперечному зсуву й удосконалює положення колії. Таким чином, досягається абсолютна рівномірність обробки. У порівнянні з комплексом машин всі вузли динамічного підбивочного експреса 09-3X (таблиця 4) із самого початку працюють одночасно, у той час як при експлуатації комплексу машин неминучі тимчасова затримка й просторова відстань між початком і кінцем використання машин. Інтегровані системи виправлення й рихтування створюють при цьому умови для контрольованого виконання робіт і забезпечують хорошу якість положення колії. Цикли робіт з поточного утримання можна збільшити, тому що такий вид всеохоплюючого поточного ремонту забезпечує високу якість й, насамперед, стійке положення колії.

Таблиця 4 - Технічна характеристика машини  
«Dynamic Stopfexpress» 09-3X

Параметр	Величина
Тип і потужність дизелів, кВт:	
- 14L2/475HP (секція ВПР)	350
- 14L360HP (секція ДСП)	260
Привод на осі секції ВПР, в режимах:	
- транспортному	1,2,6
- робочому	1,2,3,4,6
Максимальна швидкість пересування, км/год:	
- своїм ходом й у складі поїзда	100
- вимірювальна поїздка	До 10
Мінімальний радіус, м:	
- транспортування	120
- роботи	180
Маса машини, т	125
Довжина машини по осям автозчепів, мм	34000
Максимальний хід механізму зсуву колії, мм	100
Максимальна продуктивність, шт/год	3300
Ексцентриситет вібровалів підбивальних блоків, мм	2,5
Ширина машини, мм	3000
Висота машини над верхом головки рейки, мм	4130

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Путьевые машины: Учеб. для вузов ж.-д. транс. / Под ред. С.А. Соломонова. - М.: Желдориздат, 2000. – 756 с.

2 Путьевые машины: Учеб. для вузов ж.-д. транс. / С.А. Соломонов, М.В. Попович, Б.Н. Стефанов и др. - М.: Транспорт, 1985. – 375 с.

3 Путьевые машины: Учеб. для вузов ж.-д. транс. / С.А. Соломонов, М.В. Попович, Б.Н. Стефанов и др. - М.: Транспорт, 1997. – 391 с.

4 Машины и механизмы для путьевого хазяйства: Учеб. для техникумов ж.-д. транс. / С.А. Соломонов, В.П. Хабаров, Л.Я. Малицкий и др. - М.: Транспорт, 1984. – 440 с.

5 Цыкунов Ю.И., Расходчиков Ю.Д. Эффективность машины 09-3X // Путь и путьево хазяйство.-2005. - №11. - С. 32-35.

Б.М. Стефанов, А.В. Євтушенко

СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БАЛАСТНОЇ ПРИЗМИ,  
ВИПРАВЛЕННЯ І ОБРОБЛЕННЯ КОЛІЇ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
з дисципліни  
“КОЛІЙНІ МАШИНИ”

для студентів спеціальності 7.090214  
“Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні,  
меліоративні машини і устаткування  
всіх форм навчання

Відповідальний за випуск Євтушенко А.В.

Редактор

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат паперу 60\*84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк.                      Обл.-вид. акр.

Замовлення №                      .Тираж 100 . Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТ, свідоцтво ДК №112 від 06.07.2000р.

Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків – 50, пл. Фейєрбаха, 7