

*developed and described. On the basis of the developed algorithm for the implementation of this method, the duration of the flow process cycle in the transport and cargo complex of the cold-rolling shop, including production and transport cycles, is substantiated. For this, studies have been carried out to determine the parameters of the transport and production modules, a controlled operation has been determined that has the greatest duration and affects the duration of the material movement process as a whole. Adaptive solutions have been developed that synchronize the interaction of production and transport, as well as optimize the operation of these cycles during the phase transformation "metal flow - freight traffic - car traffic". A graphical model of the implementation of the proposed logistic method is presented. Conclusions are drawn about the prospect of using this method in the existing conditions for the shipment of finished products of metallurgical enterprises, which makes it possible to reduce the duration of the use of rolling stock in the transport and cargo complex.*

**Keywords:** *rolling shop, shipment of finished products, station serving the rolling shop, transport and cargo complex, logistics management, phase transformation, flow process, rolling stock.*

*Стаття надійшла 25.06.2021 р.*

УДК 658.233:658.286

[doi.org/10.31498/2522-9990242021250862](https://doi.org/10.31498/2522-9990242021250862)

Воропай В. С.

### АНАЛІЗ ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ І ТРАНСПОРТНИХ КОМУНІКАЦІЙ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

*Стаття присвячена проблемам металургійних виробництв з точки зору транспортного обслуговування основних цехів. На прикладі металургійного комбінату імені Ілліча (м. Маріуполь) зазначені основні проблеми, а саме: розташування переділів на великих відстанях, що встановлює досить високу транспортну складову всього перевізного процесу; створення громіздких залізничних станцій, які є не тільки транспортними вузлами для обслуговування виробництв, а й існуючою проблемою, пов'язаною з пропускнуою спроможністю, високими витратами на утримання; втрата часу через простій залізничних вагонів в очікуванні на коліях відстою перед формуванням (розформуванням) поїздів, відсутність резерву виробничих потужностей, які не були передбачені забудовою при плануванні розташування основних, допоміжних цехів і які в даний момент часу не представляється можливим створити, що також перекладає роботу з агрегатів та виробничих механізмів на транспорт і транспорт починає виконувати крім основної функції функцію «складу на колесах».*

*Дослідження генерального плану підприємства базуючись на існуючій класифікації схем генеральних планів в залежності від напрямку виробничого потоку, внутрішньозаводських схем залізничних колій дозволило інтерпретувати у статті реальні схеми транспортного обслуговування основних цехів залізничним транспортом: аглодомений переділ характеризується планувальним рішенням з питомими недоліками - «розірваність» виробничої лінії, відсутність поточності і як наслідок технологічності етапу виробництва «агломерат-чавун»; схема розміщення доменного цеху по відношенню до киснево-конвертерного - під кутом, киснево-конвертерного по відношенню до прокатних цехів - з послідовним розміщенням; станція Западная знаходиться під кутом до прокатних цехів, Сортировочная – послідовно, перевага такої схеми в порівнянні, наприклад, з тупиковою*

## Транспортні технології

*схемою розташування станцій - поділ поїзної і маневрової роботи і її рівномірний розподіл уздовж крайньої колії станції і це доцільно, враховуючи значні масштаби виробництва цього металургійного заводу.*

**Ключові слова:** генеральний план, планувальне рішення, металургійний комбінат, доменний цех, агломераційна фабрика, киснево-конвертерний цех, переділ, листпрокатний цех, транспортне обслуговування.

**Постановка проблеми.** Сьогодні планувальні рішення деяких металургійних підприємств, які побудовані протягом двадцятого століття створюють умови для неефективного транспортного обслуговування за безліччю причин: розташування переділів на великих відстанях, що встановлює досить високу транспортну складову всього перевізного процесу; створення громіздких залізничних станцій, які є не тільки транспортними вузлами для обслуговування виробництв, а й існуючою проблемою, пов'язаною з пропускною спроможністю, високими витратами на утримання; втрата часу через простій залізничних вагонів в очікуванні на шляхах відстою перед формуванням (розформуванням) поїздів, відсутність резерву виробничих потужностей, які не були передбачені забудовою при плануванні розташування основних, допоміжних цехів і які в даний момент часу не представляється можливим створити, що також перекладає роботу з агрегатів та виробничих механізмів на транспорт і транспорт починає виконувати крім основної функції функцію «складу на колесах».

Прикладом заводу з повним металургійним циклом будівлі першої половини минулого століття є комбінат імені Ілліча (Маріуполь). Планувальне рішення цього комбінату прийнято за принципом зворотно-поточного комбінованого типу, недоліком цього планувального рішення є складна інфраструктура залізничного транспорту. Як правило, такі питання повинні вирішуватися за рахунок заміни залізничного транспорту на конвеєрний транспорт, але сьогодні це неможливо в умовах, що склалися на комбінаті, оскільки основні виробничі переділи знаходяться на суттєвій відстані один від одного (наприклад, відстань агломераційної фабрики (АФ) від доменних печей становить близько 10 км). Як показують дослідження [1], зворотний напрямок проходження матеріального потоку є нераціональним для заводів повного циклу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізу планувальних рішень металургійних комбінатів повного циклу присвячені наукові праці таких вчених як А. П. Никодимова, А. С. Гельмана, І. І. Костіна, В. А. Ригалова, Б. Ф. Шаульська, В. Ф. Яковлева, Ю. І. Ритова [2, 3, 4, 5, 6] і ряду інших вчених і фахівців; а також розроблені норми, стандарти і правила проектування заводів чорної металургії [7, 8, 9].

У роботі І. І. Костіна [1] розглянуті основні варіанти існуючих планувальних рішень металургійних підприємств в цілому і наведені приклади реальних планів в експлуатації заводів Росії, Китаю, Індії. В роботі [6] досить значущою є класифікація схем генеральних планів в залежності від напрямку виробничого потоку, внутрішньозаводських схем залізничних колій, наведені переваги і недоліки кожної з них. Основні шляхи для подальшого розвитку металургійного підприємства нового покоління на думку автора наступні:

- а) скорочення питомої ваги внутрішньозаводських залізничних перевезень;
- б) здійснення перевезення сировини всіх видів, в тому числі агломерату і коксу конвеєрним транспортом, заготовки з цеху гарячої прокатки в цех холодної прокатки спеціальними видами транспорту;
- в) резерв території для забудови з метою подальшого розвитку підприємства;
- г) використання виробничих агрегатів великої одиничної потужності;
- д) розвиток безперервних транспортно-технологічних процесів.

## Транспортні технології

Проаналізувавши вищевказані публікації можна прийти до наступного висновку - їх об'єднує загальноприйнята класифікація схем залізничних колій і типів схем по взаємному розташуванню виробничих об'єктів. Також, наведені переваги і недоліки кожної зі схем для транспортних потоків. Все це дає змогу ідентифікувати будь-який генеральний план заводу і зробити висновок про раціональність того чи іншого планувального рішення, винести пропозиції щодо поліпшення транспортного обслуговування в разі неефективності транспортної системи через проблеми, що існують в транспортно-технологічних схемах переміщення матеріалопотоків [10].

**Мета дослідження.** Для подальшого вдосконалення транспортного обслуговування цехів металургійного комбінату необхідно провести аналіз планувального рішення виробничих об'єктів і транспортних комунікацій генерального плану комбінату імені Ілліча (Маріуполь).

**Основний матеріал дослідження.** Для того, щоб створити ефективну транспортну систему підприємства послідовність дій повинна бути наступною: на першому етапі виконується проектування транспортно-технологічної схеми, за її результатами визначаються технологічні параметри виробничих цехів і їх виробничі зв'язки; другим етапом проектування за відпрацьованою транспортно-технологічною схемою визначаються вантажопотоки виробничих об'єктів, виконується докладний розрахунок обсягів перевезень за всіма вантажопотоками, вибирається вид транспорту і, таким чином, формується транспортна система підприємства. Однак, всі ці дії неможливі без основи - планувального рішення підприємства, що проектується.

Генеральний план комбінату має форму неправильного багатокутника, витягнутого з південного сходу на північний захід. Складний характер генерального плану і транспорту визначило те, що завод закладений в 1896 році і його розвиток проходив поетапно в різні часові періоди. У зв'язку з цим, майданчики виробничих потужностей, які існували до початку повної реконструкції підприємства на початку 60-х років, прийнято називати «старою» частиною, а майданчик з об'єктами будівництва після цього періоду - «новою» частиною комбінату. Це підприємство з повним металургійним циклом, проектною продуктивністю 6,0 млн тон сталі на рік і має в своєму складі наступні виробництва: доменне, сталеплавильне, прокатне, енергетичний комплекс, транспортне господарство, складське господарство.

До складу металургійного комбінату входять: АФ, що має 12 агломашин, доменний цех (далі - ДЦ) в складі чотирьох доменних печей, вапняно-випалювальний цех, конвертерний цех, прокатний переділ у складі листопрокатного цеху - 1700, цеху холодної прокатки, листопрокатного цеху - 3000, трубоелектрозварювального цеху. Виробничі потужності комбінату дозволяють виробляти близько 3,7 млн. тон конвертерної сталі, 12 млн тон агломерату, більше 4,3 млн тон чавуну і більше 5 млн тон готового прокату на рік.

У складі ДЦ п'ять печей загальним обсягом 8635 м<sup>3</sup>, в даний момент 4 з них діючі, чотири розливні машини і відділення десульфурації чавуну в ківшах. Переробний чавун, що виплавляється, спрямовується в сталеплавильні цехи і частково зливається на розливних машинах. Переробний чавун має низький вміст шкідливих домішок, що дозволяє використовувати його для виплавки штрипсових і інших відповідальних марок сталей.

Транспорт металургійного підприємства обслуговує три переділи: аглодоменний, сталеплавильний і прокатний.

Аглодоменний переділ включає в себе АФ з сусідніми складськими територіями для шихтових матеріалів і двома залізничними станціями, ДЦ з прилеглим до нього складом для вугілля і залізничною станцією з бункерними естакадами і скіповими підйомниками.

Із зовнішньої мережі підприємства на склад шихтових матеріалів залізничним транспортом надходять вапняк, руда, залізорудний концентрат, вапно. З внутрішньої мережі

## Транспортні технології

підприємства надходить колошниковий пи́л, коксовий дріб'язок, повернення агломерату (аглоотсів), окалина, вогнетриви. З бункерів шихтові матеріали в певних співвідношеннях видають живильником на стрічковий конвеєр. Потім матеріали надходять в барабанный змішувач і комкувачі, в яких вони перемішуються, зволожуються і огрудковуються, утворюючи вологі грудочки розміром 0,5 ... 5 мм. Далі підготовлена таким чином шихта подається в бункер-розподільник. Живильниками шихту укладають на стрічку машини, спочатку велику фракцію, а потім решту шихти.

На рисунку 1 представлено планувальне рішення АФ комбінату. АФ обслуговують дві залізничні станції, одна транзитна і одна тупикова. Залізницею з зовнішньої мережі (ВС) прибуває залізрудний концентрат, залізна і марганцева руди, вапняк. На складі 1 вапняку і коксу, руди і концентрату знаходиться розвантажувальний комплекс, що складається з вагоперекидача, естакади для розвантаження повернення агломерату, відділення приймальних бункерів 2. В цех підготовки шихти 5 сировина надходить у вигляді конвеєрів 3. Підготовлені матеріали спікають на агломераційних машинах двох агломераційних комплексів 4. Після агломерат піддають дроблення, просівання, охолодження. Після процесу спікання, дроблення і розсівання на гуркоті, охолодження і сортування агломерат відвантажують в вагони-хопери і відправляють в ДЦ комбінату на внутрішню мережу (ВН), а також на зовнішню мережу (ВС). З внутрішньої мережі йде повернення агломерату (В), вапно, коксовий дріб'язок, колошниковий пи́л, окалина, вогнетриви. На внутрішню мережу з АФ йде бій вогнетривів в цех підготовки виробництва, автотранспортом 6 в основному відвантажуються сміття на відвал.

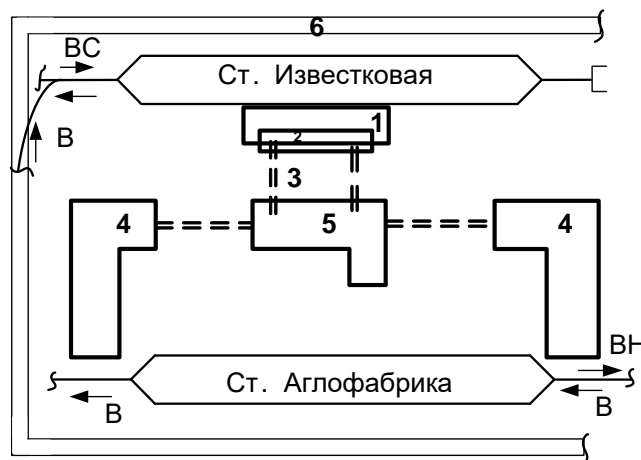


Рисунок 1 – Планувальне рішення АФ комбінату імені Ілліча

Особливістю розташування АФ металургійного підприємства є значна віддаленість її від ДЦ. 80 % транспортного обслуговування АФ доводиться на залізничний транспорт. Схему залізничного транспорту, що обслуговує АФ, можна класифікувати як тупикову з примиканням до з'єднувальних колій із заводською і районною станціями і двосторонню з двома заводськими станціями (рис. 2). Районна станція Рудная має в своєму складі приймально-відправних парк 1, склади для обладнання і вапна 2, розвантажувальних естакаду 3. За з'єднувальними залізничними коліями АФ має сполучення в обох напрямках зі станціями Аглофабрика і Рудная. Районна станція Аглофабрика має в своєму складі колії відстою 4, де найчастіше накопичуються несправні вагони, вагони з завантаженим агломератом, які очікують провішування; спеціальні колії для зважування навантажених вагонів 6, два агломераційних корпуси 5 з вантажними коліями, приймально-відправний парк 1. Станція Аглофабрика є транзитною і пропускає рухомі склади, які прямують з іншої

## Транспортні технології

заводської станції, а також у зворотному напрямку на адресу інших цехів, або на зовнішню мережу.



Рисунок 2 – Схема транспортного обслуговування АФ залізничним транспортом

Гідність такої схеми залізничного обслуговування АФ полягає в коротких пробігах між заводською станцією і місцем вивантаження для подачі в основний цех і, відповідно, незначною протяжністю колій. Обсяги транспортного обслуговування сировинного боку АФ достатньо великі і проводиться воно маятникових рухом, частково склади сировини розміщені біля заводської станції Рудна (склади руди і концентрату). Рационально організований вагонопотік через станцію Аглофабрика враховуючи великий обсяг перевезень на даній ділянці з двостороннім подвійним примиканням до заводських станцій, де з одне сторони надходить сировина, а напівфабрикат йде на зовнішню мережу як в протилежну сторону, так і в бік надходження сировини. Істотним недоліком планувального рішення є «розірваність» виробничої лінії, відсутність поточності і як наслідок технологічності етапу виробництва «агломерат-чавун».

На сьогоднішній день до складу ДЦ входить 4 печі (1-а - 1033 м<sup>3</sup>, 2-а - 1719 м<sup>3</sup>, 3-тя - 2000 м<sup>3</sup>, 4-а - 2300 м<sup>3</sup>) із розташованим поблизу комплексом об'єктів, який належить до кожної з них: ливарний двір, повітронагрівачі з газозовдухпроводів, система подачі шихти до колошникового завантажувального пристрою, система газоочищення, бункерна естакаду, система транспортних шляхів, газопроводів, відділення розливання чавуну, склад холодного чавуну, повітродувна станція доменного дуття, відділення приготування вогнетривких мас (глином'ялки) і ремонту чавуновозів і шлаковозів; допоміжні відділення ДЦ - ремонтні майстерні, електропідстанція та ін.

Для ДЦ характерні великий обсяг і складна система вантажопотоків. Основними лініями вантажопотоків є: вантажопотоки шихтових матеріалів до бункерної естакади з АФ, фабрик огрудкування, ККЦ і ряду інших джерел постачання за межами заводу; вантажопотоки матеріалів від бункерної естакади до колошникового завантажувального пристрою; вантажопотоки прибирання продуктів плавки - чавуну, шлаку, колошникового пилу; прибирання коксового дріб'язку; вантажопотоки матеріалів, які використовуються при ремонтах об'єктів ДЦ; трубопровідна подача до печей кисню і природного газу і відведення колошникового газу. Влаштування ДЦ, характер розміщення в ньому основних об'єктів багато в чому визначаються обраною системою вантажопотоків і транспорту і зміна цих систем істотно впливає на проектування ДЦ.

У складі ДЦ функціонують чотири розливні машини і відділення для десульфурації чавуну в ківшах. Переробний чавун, що виплавляється, спрямовується в сталеплавильні цехи і частково зливається на розливних машинах.

Розливне відділення ДЦ побудовано в стороні від доменних печей. Це криє приміщення, призначене для розташування в ньому: чунонорозливної машини, стендів для

## Транспортні технології

розливання чавуну, кантувальної лебідки, а також маневрових пристроїв для подачі вагонів під навантаження чавуну. До складу розливного відділення входять також депо для ремонту чавуновозних ківшів з мостовим краном і установка для приготування вапняного розчину для обприскування внутрішньої частини мульд (виливниць).

Рациональне розташування всіх основних споруд, агрегатів, машин, механізмів і транспортних шляхів - основна вимога до генеральних планів та транспорту ДЦ [10].

ДЦ обслуговує автомобільний, залізничний, трубопровідний транспорт. Велика різноманітність спеціалізованого залізничного транспорту, на який припадає понад 70 % від загального обсягу транспортної роботи за обслуговуванням ДЦ. Вантажопотоки ДЦ представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вантажопотоки ДЦ

| № з / п             | Назва вантажу                | Звідки/куди                     | Вид транспорту            |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| <b>ПРИБУТТЯ</b>     |                              |                                 |                           |
| 1                   | кокс                         | ВС                              | вагон-хопер               |
| 2                   | агломерат                    | АФ                              | вагон-хопер               |
| 3                   | залізна руда                 | ВС                              | напіввагон                |
| 4                   | окатиші                      | ВС                              | вагон-хопер               |
| 5                   | вапняк                       | ВС                              | вагон-хопер               |
| 6                   | вапно                        | цех вапняно-випалювальний       | автомобіль з контейнерами |
| 7                   | пісок                        | ВС                              | автосамоскидач            |
| 8                   | руда марганцева              | ВС                              | напіввагон                |
| 9                   | вогнетриви                   | склад                           | автомобіль з піддонами    |
| <b>ВІДПРАВЛЕННЯ</b> |                              |                                 |                           |
| 10                  | чавун                        | киснево-конвертерний цех        | вагон-чавуновоз           |
|                     |                              | розливальні машини              |                           |
| 11                  | шлаки                        | Відділ переробки готового шлаку | вагон-шлаковоз            |
| 12                  | колошниковий пил             | АФ                              | напіввагон                |
| 13                  | коксова дрібниця             | АФ                              | автосамоскидач            |
| 14                  | відсів дрібниці з агломерату | АФ                              | вагон-хопер               |
| 15                  | скрап                        | копровий цех                    | напіввагон                |
| 16                  | бій вогнетривів              | склад                           | автомобіль з піддонами    |
| 17                  | сміття                       | відвал                          | вагон-думпкар             |

Розташування кожної доменної печі індивідуальне, кожна піч має власний ливарний двір. На рисунку 3 представлено транспортне обслуговування доменного цеху залізничним транспортом з резервом території 2. У доменній печі (ДП1, ДП2, ДП3, ДП4) розрізняють чавуновозну сторону з ходовими коліями 7 і постановочними залізничними коліями для вагонів-чавуновозів 11, куди за спеціальними жолобами чавунної льотки на ливарному дворі під час випуску тече чавун і шлаковозну сторону з ходовими коліями 4 і з постановочними залізничними коліями для вагонів-шлаковозів 5.

## Транспортні технології

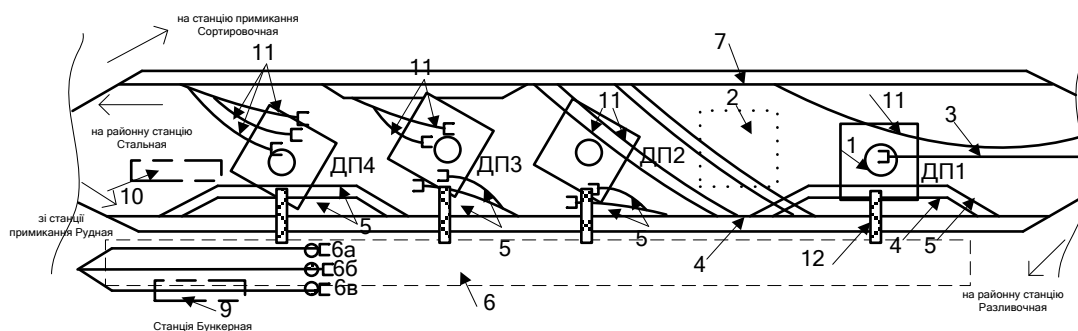


Рисунок 3 – Схема транспортного обслуговування ДЦ залізничним транспортом

Всі доменні печі мають по 2 чавунні льотки. На чавуновозній стороні ливарного двору встановлені перекидні жолоби, за допомогою яких регулюється почергове наповнення ківшів на двох постановочних коліях. Ливарний двір 1 розташований в будівлі. Ливарний двір - це майданчик висотою 7-8 м, який розташований поруч з доменною піччю, на якій змонтовані жолоби для зливу чавуну та шлаку. На ливарний двір доставляють матеріали, необхідні для заправки жолобів, для закриття льотки доменної печі, для ремонту печі - глина, пісок, вогнетривна маса, вогнетриви. Індивідуальні постановочні колії для кожної печі, розташовані під кутом (12-13°) до поздовжньої осі цеху, уздовж ливарних дворів для чавуновозів і шлаковозів дозволяють мати переїзди з одного боку на інший і назад між сусідніми печами. Це забезпечує більш високу пропускну здатність збиральних колій, поліпшення маневреності поїздів, дозволяє встановлювати під випуск більше число ківшів. З ливарного двору вивозять сміття, бій вогнетривів [10]. До станції ДЦ примикає станція Бункерна із загальною для всіх печей бункерній естакадою 6, де над бункерами прокладені залізничні колії ба, бб, бв і відбувається вивантаження агломерату, руди і коксу відповідно. До складу кожної доменної печі входить колошниковим скіповий підйомник 12. Під бункерами є рейковий шлях для вагон - вагів, що доставляють матеріали від бункерів до скіповій ямі. Бункери обладнані барабанными затворами для видачі матеріалів в вагон - ваги.

Під бункерами естакади проти печей знаходяться скіпові ями, куди опускається скіп для прийому матеріалів, які видаються з вагон - вагів через направляючий лоток, або коксу, що видається з бункерів через вагову воронку.

Коксові бункера розташовують над скіпової ямою, щоб зменшити число перевантажень коксу, при яких він подрібнюється. Бункери такої естакади через обмежену висоту мають невеликий обсяг, тому необхідно споруджувати велике число бункерів, під кожним з яких встановлені грохоти для видачі матеріалів і відсіву дрібниці (під бункерами для добавок - живильники), зважувальні пристрої і далі - живильники. Виходить складна система видачі матеріалів з великим числом механізмів, вузлів перевантаження і точок пиляння (в тракті набору, зважування та транспортування агломерату в таких системах встановлюють 20-40 грохотів) [12]. Також в районі станції розташований склад вугілля 9 і склад вогнетривів 10. Оскільки рідкий чавун і шлак прибирають безпосередньо від печей, прибирання продуктів плавки повинно відбуватися чітко і строго за контактним графіком, який пов'язаний з графіком роботи доменних печей. ДЦ металургійного комбінату має складну структуру за рахунок великої кількості печей малого обсягу і, відповідно, напружену залізничну розв'язку.

Схема розміщення ДЦ по відношенню до киснево-конвертерного цеху (далі – ККЦ) - під кутом, ККЦ по відношенню до прокатних цехів - з послідовним розміщенням, що зазначено на рисунку 4 стрілками. Косокутна послідовна схема, коли ДЦ розташований під кутом до поздовжньої осі заводу з кутовою подачею чавуну в сталеплавильний цех, а сталеплавильний цех і прокатні розташовані послідовно уздовж поздовжньої осі заводу,

## Транспортні технології

характеризується компактністю забудови цехів з можливістю подальшого розвитку заводу, а також розташуванням двох станцій примикання Западная і Сортировочная центрально по відношенню до заводської майданчику з коліями з районних станцій Стальная і Новопрокатная. Однак при цьому значно ускладнюються умови роботи горловини заводських станцій і погіршуються умови трасування шляху готової продукції (суцільна крива невеликого радіусу).

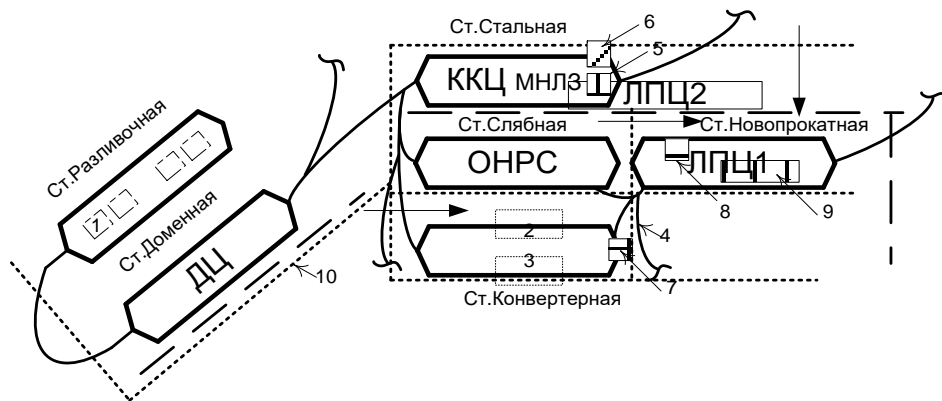


Рисунок 4 – Схема плану вального рішення ДЦ, сталеплавильного і прокатного переділів комбінату імені Ілліча:

- 1 – розливні машини; 2 – шихтовий двір;
- 3 – шлаковий двір; 4 – залізнична колія;
- 5 – склад злитків; 6 – слябінг; 7 – склад сипучих матеріалів ККЦ;
- 8 – склад слябів; 9 – склад готової продукції; 10 – автодорога

На комбінаті Ілліча сьогодні використовується киснево-конвертерний спосіб виплавки сталі, коли відбувається продування кисню через рідкий чавун з додаванням скрапу в футерованих металевих конвертерах; співвідношення основних шихтових матеріалів становить: 75 - 80 % чавуну і 25 - 30 % скрапу. Характерна особливість конвертерного процесу - мала тривалість плавки, яка в сучасних цехах становить приблизно 32-36 хв. Це досягається за рахунок кисневого дуття, що забезпечує активне ведення процесу, швидке нагрівання плавки і енергійне вигорання вуглецю і шкідливих домішок [10]. Спочатку використовувався мартенівський спосіб, чому і відповідала первинна забудова заводських майданчиків. За останні роки виплавка сталі в мартенівських печах у багатьох промислово розвинених країнах істотно скоротилася. Це пояснюється тим, що в порівнянні з випларкою в кисневих конвертерах і надпотужних електродугових печах мартенівський процес характеризується більш низькими техніко-економічними показниками, значним забрудненням навколишнього середовища, меншим рівнем механізації і більш важкими умовами праці.

Аналіз вантажопотоків ККЦ формулює види транспорту, які обслуговують цех і представлений на рисунку 5.



## Транспортні технології

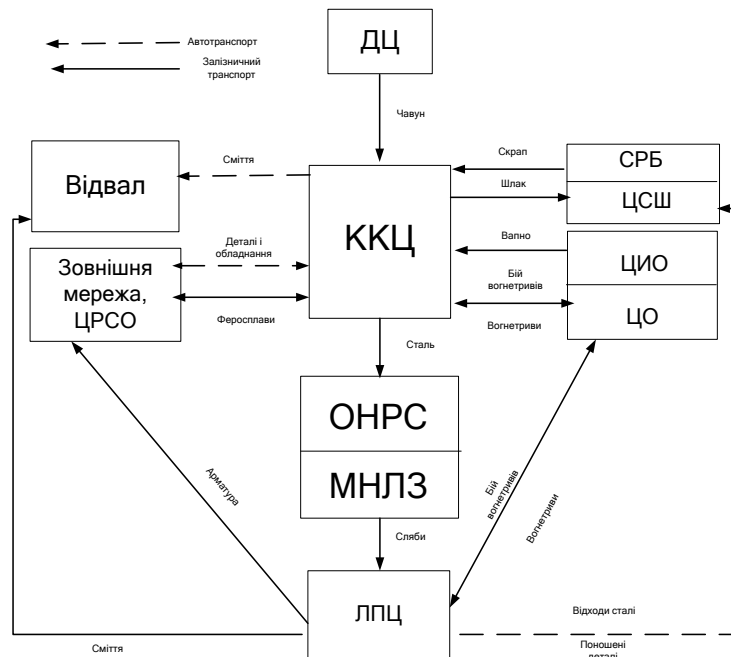


Рисунок 5 – Транспортно-технологічна схема ККЦ

Перевезення рідкого чавуну з ДЦ здійснюється спеціалізованим залізничним транспортом в чавуновозних ковшах-міксеровозах вантажопідйомністю 140 т до спеціального відділення переливу і далі - в заливальних ковшах на робочу площадку конвертерного відділення.

Скrap в спеціальних совках, що встановлюються на платформи, перевозять залізничним транспортом зі скрапооброблювального у шихтове відділення цеху. Однак, більш привабливим з транспортної точки зору був би варіант доставки скрапу в шихтове відділення автомобільним і залізничним транспортом з перевантаженням в великогабаритні совки великої місткості і подача б велася переважно конвеєрним транспортом.

Транспортування гарячого сталеплавильного шлаку здійснюється спеціалізованими вагонами-шлаковозами. Шлаковозні ківші розташовані перпендикулярно конверторному прольоту, однак, з транспортних та планувальних міркувань краще поздовжня схема колій збирання шлаку, сучасні планувальні рішення ККЦ проектується за таким типом.

Прокатний переділ комбінату в складі товстолистого цеху (далі – ЛПЦ-3000), листопрокатного цеху (далі - ЛПЦ-1700), цеху холодного прокату (далі – ЦХП) і трубопрокатного цеху (далі – ТПЦ) продуктивністю понад 5 млн тон на рік готового прокату характеризується переміщенням великих мас металу в процесі його прокатки, видаленні відходів виробництва, обслуговуванні великої кількості навантажувальних фронтів, відбору вагонів під відвантаження, подачі і розстановки вагонів по вантажних фронтах, організації відправницьких маршрутів.

Основними ділянками роботи транспорту в прокатному виробництві є:

- 1) перевезення злитків при розливання сталі в виливниці або литої заготовки при розливанні на МБЛЗ;
- 2) транспортування заготовки;
- 3) перевезення готової продукції;
- 4) перевезення скрапу, окалини, вогнетривів, обладнання, валків і інших вантажів.

Обсяг перевезень основних вантажів у прокатних цехах в значній мірі залежить від виду розливання сталі (розливання в виливниці або ОНРС), розташування прокатних цехів

## Транспортні технології

(прокатні цехи і ОНРС зблоковані або знаходяться на значній відстані один від одного), типу стану і ін. [10].

На комбінаті Ілліча схема з'єднання цехів сталеплавильного і прокатного визначається існуючим способом розливання сталі - безперервне розливання, сляби з МНЛЗ без прокатки на обтискних станах передаються безпосередньо на стани гарячої прокатки.

Транспортне обслуговування ЛПЦ здійснюється двома видами транспорту - залізничним та автомобільним.

Схема розташування залізничних станцій і колій вказана на рисунку 6. Схеми розміщення станцій листопрокатних цехів визначають особливості роботи залізничного транспорту. Так, станція Западная і станція Сортировочная обслуговують вантажопотоки листопрокатних цехів. Станція Западная знаходиться під кутом до прокатних цехів, Сортировочная - послідовно. Обидві станції запроектовані як вантажні станції з транзитним рухом. Передача заготовки від листопрокатних цехів гарячого прокату в цехи холодного прокату здійснюється спеціальними конвеєрами в підземних транспортних тунелях. Перевага такої схеми в порівнянні, наприклад, з тупиковою схемою розташування станцій - поділ поїзної і маневрової роботи і її рівномірний розподіл уздовж крайньої колії станції і це доцільно, враховуючи значні масштаби виробництва цього металургійного заводу. До складу прокатного району крім вищевказаних станцій включені й інші районні станції (див. рис. 4, б).

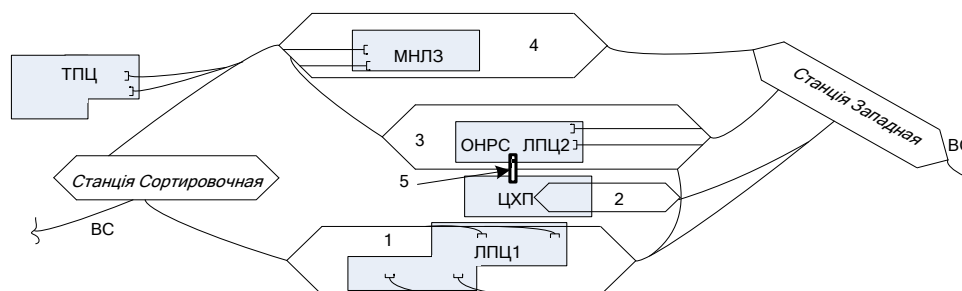


Рисунок 6 – Схема обслуговування цехів сталеплавильного і прокатного переділів залізничним транспортом:

- 1 – станція Новопрокатная; 2 – станція Холодний прокат;  
3 – станція Слябная; 4 – станція Стальная; 5 - конвеєр

Так, станція Стальная забезпечує подачу чавуну з ДЦ в ККЦ. На станції Конвертерная відбувається організація транспортного обслуговування ККЦ по подачі шлаку і шихти, і інших сипучих матеріалів на конвертер. Станція Слябная організовує вантажопотоки слябів до листопрокатні цеху, на станції Новопрокатная здійснюється прийом сталевих заготовок у вигляді слябів і відвантаження вже готової продукції, а також транспортне обслуговування прокатного виробництва виконують ряд інших районних станцій. Всі станції є транзитними і забезпечують рух вантажопотоків по кільцю. З одного боку таке планувальне рішення прокатного і сталеплавильного виробництв покращує організаційно-експлуатаційні показники роботи залізничного транспорту в цілому, а з іншого боку тягне за собою нераціональність з точки зору техніко-економічних показників - масштабність залізничної мережі, станцій, транспортних споруд, задіяного у перевезенні рухомого складу,

## Транспортні технології

обслуговування залізничного транспорту значно збільшує витрати підприємства і, відповідно, собівартості готової продукції.

### ВИСНОВКИ

Складний характер генерального плану металургійного комбінату Ілліча визначило те, що розвиток заводу і транспортного обслуговування проходило поетапно в різні часові періоди. Сьогодні однією з першопричин неефективного транспортного обслуговування металургійного виробництва комбінатів, побудованих в першій половині 20-го століття, є цехи, розташовані на великих відстанях, так, особливістю розташування АФ металургійного підприємства є значна віддаленість її від ДЦ. Істотним недоліком планувального рішення є «розірваність» виробничої лінії, відсутність поточності і як наслідок технологічності етапу виробництва «агломерат-чавун».

Косокутна послідовна схема, коли ДЦ розташований під кутом до поздовжньої осі заводу з кутовою подачею чавуну в сталеплавильний цех, а сталеплавильний цех і прокатні розташовані послідовно уздовж поздовжньої осі заводу, характеризується, з одного боку, компактністю забудови цехів з можливістю подальшого розвитку заводу, що відповідає загальновідомим шляхам вдосконалення підприємства [2], а також розташування двох станцій Западная і Сортировочная центрально по відношенню до заводського майданчику, включаючи колії з районних станцій Стальная і Новопрокатная що, з іншого боку, ускладнює умови роботи горловини заводських станцій і погіршує умови трасування шляху готової продукції (суцільна крива невеликого радіусу).

Необхідно відзначити, що розвиток технології сталеплавильного виробництва комбінату Ілліча має супроводжуватися вдосконаленням планувального рішення, у якому залізничному транспорті може використовуватися тільки для перевезення рідкого чавуну і доставки скрапу в шихтових відділення, при цьому доцільно широке застосування безперервного і спеціальних видів транспорту: самохідні шлаковози, рольганги, самохідні сталевози, передавальні візки та ін.

Подальше вдосконалення планувальних і технічних рішень за транспортом прокатного виробництва повинно йти в напрямку забезпечення поточності транспортно-технологічного процесу шляхом використання засобів безперервного і спеціального транспорту для передачі заготовки та застосування автомобільного транспорту для перевезення окалини, скрапу, вогнетривів, ремонтного металу, відходів виробництва та інших вантажів.

#### Список використаних джерел:

1. *Костин, И. И.* Генеральный план и транспорт промышленных предприятий: учебник для вузов / *И. И. Костин, А. С. Гельман, В. Я. Ильин*; под ред. *И. И. Костина, В. И. Тиверовского*. – Москва : Стройиздат, 1981. – 192 с.
2. *Никодимов, А. П.* Генеральный план и транспорт промышленных предприятий : учебное пособие. Ч. 1-2. – Санкт-Петербург : ЦОТПБСПП, 2007. – 268 с.
3. *Рыгалов В. А.* Генеральные планы промышленных предприятий / *В. А. Рыгалов., О. П. Метляева, М. Н. Болотова*. – Москва : Стройиздат, 1973. – 183 с.
4. *Шаульский, Б. Ф.* Проектирование генерального плана и транспорта промышленных предприятий : метод. указания / *Б. Ф. Шаульский*. – Москва : МГУПС (МИИТ), 2002. – 60 с.
5. *Яковлев, В. Ф.* Генеральный план и транспорт промышленных предприятий. Ч. 1. Основы проектирования генеральных планов : учебное пособие / *В. Ф. Яковлев, И. И. Семенов*. – Санкт-Петербург, ПГУПС, 1999. – 150 с.

6. Рытов, Ю. И. Современные решения генеральных планов и транспорта металлургических заводов / Ю. И. Рытов. – Москва : Металлургиздат, 2007. – 213 с.

7. ГОСТ 21.508-93. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – Введ. 1994–09–01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 35 с.

8. ГОСТ 21.204-2020. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. – Введ. 2021–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 31 с.

9. СП 18.13330.2011. Генеральные планы промышленных предприятий. – Москва, 2011. – 45 с.

10. Парунакян, В. Э. Транспортное обслуживание металлургического производства : учеб. пособие / В. Э. Парунакян, А. В. Маслак. – Мариуполь: ПГТУ, 2014. – 209 с.

11. Братковский, Е. В. Проектирование сталеплавильных и доменных цехов : учеб. пособие / Е. В. Братковский. – Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2015. – 128 с.

**Воропай В. С.**

### **АНАЛИЗ ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

*Статья посвящена проблемам металлургических производств с точки зрения транспортного обслуживания основных цехов. На примере металлургического комбината имени Ильича (г. Мариуполь) выявлены основные проблемы, а именно: расположение переделов на больших расстояниях, что устанавливает достаточно высокую транспортную составляющую всего перевозочного процесса; создание громоздких железнодорожных станций, которые являются не только транспортными узлами для обслуживания производств, но и существующей проблемой, связанной с пропускной способностью, высокими затратами на их содержание; потери из-за простоя железнодорожных вагонов в ожидании на путях отстоя перед формированием (расформированием) поездов, отсутствие резерва производственных мощностей, которые не были предусмотрены застройкой при планировании расположения основных, вспомогательных цехов и которые в данный момент времени не представляется возможным создать, что также перекладывает работу с агрегатов и производственных механизмов на транспорт и транспорт начинает выполнять кроме основной функции функцию «склад на колесах».*

*Проведено исследование генерального плана предприятия основываясь на существующей классификации схем генеральных планов в зависимости от направления производственного потока, внутризаводских схем железнодорожных путей, что позволило интерпретировать в статье реальные схемы транспортного обслуживания основных цехов железнодорожным транспортом: аглодоменный передел характеризуется планировочным решением с существенными недостатками - «разорванность» производственной линии, отсутствие поточности и как следствие технологичности этапа производства «агломерат - чугун»; схема размещения доменного цеха по отношению к кислородно-конвертерному - под углом, кислородно-конвертерного по отношению к прокатным цехам - с последовательным размещением; станция Западная находится под углом к прокатным цехам, Сортировочная - последовательно, преимущество такой схемы по сравнению, например, с тупиковой схемой расположения станций - разделение поездной и маневровой работы и ее равномерное распределение вдоль крайнего пути станции, что целесообразно, учитывая значительные масштабы производства этого металлургического завода.*

**Ключевые слова:** генеральный план, планировочное решение, металлургический комбинат, доменный цех, агломерационная фабрика, кислородно-конвертерный цех, передел, листопрокатный цех, транспортное обслуживание.

Voropai V. S.

### ANALYSIS OF PRODUCTION FACILITIES AND TRANSPORTATION COMMUNICATIONS PLANNING SOLUTION OF THE METALLURGICAL PLANT

*The article is devoted to the problems of metallurgical production from the point of view of transport services for the main shops. On the example of the Ilyich Metallurgical Plant (Mariupol), the main problems were identified, namely: the location of redistributions at long distances, which establishes a fairly high transport component of the entire transportation process; creation of bulky railway stations, which are not only transport hubs for servicing production facilities, but also an existing problem associated with capacity, high costs of their maintenance; losses due to the idle time of railway cars while waiting on the storage tracks before the formation (disbandment) of trains, the lack of a reserve of production capacities that were not provided for by the building when planning the location of the main, auxiliary workshops and which at a given time is not possible to create, which also shifts work with aggregates and production mechanisms for transport and transport begins to perform, in addition to the main function, the function of "warehouse on wheels".*

*The study of the general plan of the enterprise was carried out based on the existing classification of the general plans schemes depending on the direction of the production flow, intra-plant schemes of railway tracks, which made it possible to interpret in the article the real schemes of transport services for the main workshops by rail: the agglomeration redistribution is characterized by a planning solution with significant drawbacks - "discontinuity" production line, lack of flow and, as a consequence, manufacturability of the "sinter - cast iron" production stage; the layout of the blast-furnace shop in relation to the oxygen-converter shop - at an angle, the oxygen-converter shop in relation to the rolling shops - with sequential placement; Zapadnaya station is located at an angle to rolling shops, Sortirovochnaya station is consistently located, the advantage of such a scheme in comparison, for example, with a dead-end station layout, is the separation of train and shunting operations and its uniform distribution along the station's extreme track, which is advisable, given the significant scale of this metallurgical factory production.*

**Keywords:** general plan, planning solution, metallurgical plant, blast furnace shop, sinter plant, oxygen-converter shop, redistribution, sheet-rolling shop, transport service.

*Стаття надійшла 25.08.2021 р.*