1.ТЕХНОЛОГІЯ МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ

1.1. Маневрова робота на залізничному транспорті

Маневрова робота на залізничному транспорті — важлива складова частина перевізного процесу. За час обороту вантажний вагон піддається декільком переробкам на сортувальних, вантажних і дільничних станціях. Значна маневрова робота також виконується і на пасажирських станціях. Велика частина коштів, що витрачаються на перевезення, йде на виконання маневрової роботи, тому прискорення маневрів і вдосконалення їх технології, а також раціональне використання маневрових засобів є найважливішими умовами зростання продуктивності праці і зниження собівартості перевезень. Одна з основних задач технічного нормування маневрової роботи — підвищення продуктивності праці на базі максимального використання технічних засобів і наукової організації праці.

Маневрова робота на залізничних станціях повинна забезпечувати безпеку руху, людей і збереження рухомого складу і технічних засобів З цією метою всі пересування в межах станцій мають бути взаємоузгоджені і зв'язані по місцю і часу використання. Черговість, послідовність і тривалість виконання операцій визначаються технологічним процесом і технічно-розпорядним актом (ТРА) станції. Управляє маневровою роботою розпорядник: для маневрового району — диспетчер району або черговий по станції, на горці — черговий по горці, в парку — черговий по парку, на ділянках, обладнаних диспетчерською централізацією (ДЦ), — під'їзний диспетчер. Розподіл між ними обов'язків управління маневрами встановлюється залежно від місцевих умов згідно ТРА станції. Керівник маневрів керує діями осіб, що беруть участь у виконанні маневрових операцій. Ним зазвичай є складач, в межах цехів і ділянок - відповідальний з транспорту. Машиніст зобов'язаний привести в рух локомотив тільки по сигналу керівника маневрів, зазвичай складача поїздів. За виконання маневрів відповідають працівники комплексної бригади.

Для забезпечення безпеки маневрів перед їх виконанням має бути складений план роботи, доведений до кожного робітника встановленням його ролі у виконанні операцій.

Маневрова робота проводиться відповідно з технологічним процесом із забезпеченням своєчасного, безпечного і якісного виконань станційних операцій.

1.2. Технічні засоби маневрової роботи

На залізничному транспорті маневровими засоби зазвичай розділяють на наступні 4 види:

1. Колійні пристрої для пересування вагонів з використанням сили тяжіння. До них відносяться сортувальні гірки, напівгірки і колії на ухилах спеціального профілю. При переміщенні вагонів на цих пристроях використовуються прискорювачі, сповільнювачі, прискорювачі-сповільнювачі і різні установки. Колійні пристрої застосовуються на станціях і розподільних коліях для сортування вагонів за пунктами навантажування і вивантаження і при формуванні складів на магістральну лінію, а також в зоні біля вантажних пунктів, як, наприклад, колії спеціального профілю після вагоноопрокидувачів для відкатування порожніх вагонів і їх накопичення або після бункерних пристроїв для прибирання вагонів, з якими закінчилися вантажні операції. Колійні пристрої добре піддаються автоматизації і досить прості по конструкції. Вони можуть застосовуватися в комплексі із станційними маневровими засобами.

2. Локомотивні засоби (тепловози, електровози, дизель-контактні локомотиви, паровози і мотовози). Характерною особливістю цього виду є універсальність, тобто можливість переміщати вагони в межах встановленого залізничного габариту в будь-яких напрямах, на будь-які відстані і до будь-яких вантажних пунктів, де є безперервна залізнична колія.

3. Автономні пересувні засоби (тягачі-всюдиходи, автолокомотиви, вагоноштовхачі, автогрейдери, авторейлроути, трек-мобілі, маневрові лебідки на автоходу і аналогічні їм машини). Ці засоби в неробочому стані не пов'язані з залізничними коліями, мають велику маневреність, але вимагають більшої території для транспортного господарства. Більшість маневрових засобів цього виду виконують маневрову роботу із заняттям рейкової колії.

Застосовуються автономні пересувні засоби для переміщення вагонів до вантажних пунктів, для подачі-прибирання вагонів з виставкових колій до вантажних пунктів і інколи для переміщення вагонів по сортувальних коліях.

При порівняно малій потужності (в порівнянні з локомотивними засобами) вони дорогі в експлуатації, мають високу питому витрату пального, практично неможливо автоматизувати маневрові переміщення. Тому маневрові засоби цього виду застосовуються досить рідко.

4. Стаціонарні засоби (штовхачі рейкового і портального типу, візки-штовхачі з лінійними двигунами, електрошпилі і маневрові лебідки, маневрові пристрої з лінійною тягою і інші аналогічні механізми). Характерною для цих засобів є обмежена зона діяльності в межах одного вантажного пункту або колії. Розміщуються стаціонарні пристрої або в межах існуючих колій, або усередині колії під вагонами, а в цехах підприємств — на спеціальних рамах.

Застосування тих або інших маневрових засобів обумовлюється конкретними особливостями виробництва, обсягом роботи і структури вагонопотока і іншими факторами і може проводитися в різних поєднаннях.

1.3. Види та класифікація маневрової роботи

Маневрами на залізничному транспорті називаються пересування локомотивів вхолосту (без вагонів) або з вагонами (потягами) для цілеспрямованого виконання операцій технологічного процесу.

В залежності від характеристики залізничної станції, маневрова робота по формуванню составів може виконуватися за допомогою сортувальних гірок, під'їзних колій або на витяжних коліях.

При маневрах на гірках пересування вагонів у бік сортувального парку частково або цілком здійснюються під дією сили тяжіння. Даний вид колійних пристроїв був описаний вище.

За характером роботи маневри на під'їзних коліях підприємств діляться на:

- *сортувальні – розформування,* що складаються в розміщенні вагонів по заздалегідь встановлених ознаках, що перебувають у потязі, по різних коліях для утворення однакових по призначенню груп;
- *формування* – з'єднання вагонів у поїзний (груповий) состав відповідно до плану формування й розміщення їх відповідно до вимог ПТЕ. Сортування вагонів при формуванні може бути відсутнім;
- *групирувальні* – з'єднувальні, що полягають у підборі вагонів (груп вагонів) з різних колій до складу в певному порядку;
- *перестановочні* – для перестановки вагонів з парку в парк або з колії на колію, подачі (збирання) на місцеві пункти під'їзних колій і т.д.;
- *спеціальні* – для осаджування вагонів у сортувальному парку, підтягування, переміщення їх при зважуванні, промиванні, очищенні після вивантаження й т.д.
- *причеплення й відчеплення вагонів* від поїздів, подач, груп вагонів;

- *подача й прибирання вагонів* на різні вантажні й інші місцеві пункти під'їзних колій;

- *вантажні,* виконувані з вагонами на навантажувально-вивантажувальних пунктах (розміщення по вантажних фронтах, перестановка, підтягування);

- *інші*, що застосовуються для перестановки вагонів з однієї колії на іншу з якимись спеціальними цілями, подачі їх на вагоно-ремонтні пункти, у депо, на колії для усунення комерційного браку й т.п.

Залежно від призначення і характеру маневри *на витяжних коліях* можуть виконуватися або осадженням, коли маневровий локомотив супроводжує маневровий склад до повної його зупинки, або поштовхами, які є основним способом сортування вагонів на витяжній колії.

Розрізняють маневри ізольованими і серійними поштовхами. при маневрах ізольованими поштовхами маневровий склад витягується в глиб витяжної колії і відчеплюється перша група вагонів (відчеп). після розгону до певної швидкості маневровий локомотив гальмує маневровий склад до повної зупинки, а відчеп прямує далі за інерцією на ту або іншу колію сортувального парку. Після кожного поштовху маневровий склад відтягують назад на витяжну колію.

При серійних поштовхах склад виводять на витяжну колію на відстань від розділової стрілки, достатню для виконання декількох поштовхів підряд без зміни напряму руху. після відчеплення першої групи вагонів склад розганяють у бік парку і різко загальмовують до швидкості приблизно 5 км/год, при цьому відчеплена група вагонів під дією інерції від розгону йде в парк. в цей же час відчіплюють наступну групу вагонів. Склад знов розганяють до потрібної швидкості і гальмують, після чого другий відчеп вирушає до парку. Так повторюється кілька разів, доки не потрібно буде провести відтягування вагонів назад на витяжну колію, після чого сортування відновлюють в тому ж порядку.

Метод осадження використовується у найбільш складних умовах ведення маневрової роботи, а саме – при відсутності колійних пристроїв, при відсутності централізації на станційних коліях, при причепленнях і відчепленнях вагонів, подачі їх на колію вантаження і вивантаження, а також при маневрах з вагонами, що вимагають особливої обережності або пасажирськими вагонами.

Цей спосіб переформування складу відрізняється своєю повільністю, але в сучасних умовах його застосовують навіть на станціях, де є гірка, наприклад на станції Стаханов. У 2010 році гірка не відповідала технологічним вимогам, тому її застосування було припинено і замінено на переформування складу методом осаджування. У сучасних умовах цьому методу приділялося мало уваги, тому серед усієї різноманітності способів виконання маневрових рейсів був обраний метод осадження.

1.4. Основні елементи маневрової роботи

Маневрові пересування для вивчення й розрахунку часу виконання (нормування) розчленовують на окремі елементи: *напіврейси* – маневрові пересування локомотива з вагонами *(навантажений напіврейс)* або без вагонів *(холостий напіврейс),* без зміни напряму руху й *рейси* – маневрові пересування зі зміною напряму руху (рис. 1.1). На малюнку наведена також діаграма рейса, що складає із двох напіврейсів – витягування й осаджування. У кожному напіврейсі розгін виконується до швидкостей v_{p1} й v_{p2}. Маневрові пересування залежно від ухилу колії, маневрового складу, наявності засобів гальмування на коліях можуть виконуватися без включення автогальм, коли гальмування забезпечується силами гальм маневрового локомотива, і із включеними автогальмами (великі напіврейси зі швидкістю вище за 15-25 км/год).

Рис. 1.1. Технологічні графіки напівреисів

а)схема полурейсу витягування и осаджування; б)схема рейсу; в)діаграма зміни швидкості при виконанні напівреисів

По режиму управління рухом напівреисы можуть бути різних типів. Їх можна наглядно зобразити у вигляді графіків функцій (рис. 1.2):

де l – відстань напівреиса; m – число вагонів в маневровому складі; l_p – відстань розгону; $l_г$ – гальмування, $l_{нр}$ – напівреиса; l_i – рух за інерцією; t_p – час на розгін; $t_г$ – час на гальмування.

Рис. 1.2. Діаграми основних видів напівреисів

Швидкість розгону машиністом вибирається з урахуванням забезпечення безпеки роботи залежно від довжини напівреиса і величини маневрового складу. Розглянемо типи напівреисів і їх графіки (рис. 1.2).

Перший. За цим типом напівреиса машиніст виконує пересування з вагонами або без них, розганяючись до деякої швидкості розгону v_{p1}, і потім відразу зачинає гальмування до повної зупинки. При цьому довжина напівреиса складає $l_{нр1}$ і час $t_{нр1}$.

Другий. Відзнака цього типу маневрового пересування від першого полягає в тому, що машиніст після досягнення деякої швидкості розгону v_{p2}, відключає тягу, і далі рухається за інерцією до повної зупинки. Цей тип напівреису, якщо дозволяють умови, може застосовуватися для економії палива.

Третій. Відрізняється від другого тим, що машиніст після деякої відстані руху за інерцією l_{i3} далі застосовує гальмування для того, щоб зупинитися в необхідній точці колії.

Четвертий. Цей вид маневрового пересування застосовується в тому випадку, якщо довжина напіврейсу досить велика. Спочатку йде розгін до швидкості, потім на деякій відстані $l_{пш4}$ йде рух з постійною швидкістю, а далі гальмування для зупинки в необхідній точці колії.

П'ятий. Аналогічний попередньому, і це видно з діаграми, але в кінці пересування замість гальмування є можливість рухатися за інерцією до повної зупинки маневрового складу.

Шостий аналогічний п'ятому з тією лише різницею, що для зупинки в заданій точці після пересування за інерцією в кінці застосовується гальмування.

Сьомий. Цей тип маневрового пересування є складнішим: без зміни напряму руху застосовується декілька розгонів і декілька уповільнень до повної зупинки. Розгони робляться до швидкостей, v_{p2} і так далі і, як правило .

Восьмий. Без зміни напряму руху проводиться декілька розгонів і декілька (по числу розгонів) уповільнень, проте гальмування усередині напіврейсу виконується не до повної зупинки маневрового складу. За рахунок використання руху за інерцією можливі варіанти сьомого і восьмого типів підлозі рейсів.

Час на виконання основних складових напіврейсів і напіврейсів загалом нормується залежно від довжини маневрового пересування, величини маневрового складу, швидкості руху, ухилів колії і інших факторів.

2. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА МАНЕВРОВІ ОПЕРАЦІЇ З ПЕРЕФОРМОВУВАННЯ СКЛАДУ

У наш час однією з найактуальніших проблем на залізничному транспорті є планування та визначення часу маневрової роботи.

На тривалість маневрових операцій з переформовування складу впливає низка основних факторів:

- кількість вагонів в складі (величина, яка носить випадковий характер);

- кількість груп переформовування і число вагонів у кожній групі;

- розстановка вагонів в складі, що належать до різних груп;

- обладнання горловини, на якій планується маневрова робота, електричною централізацією;

- кількість виділених колій для переформовування, їх місткість.

До другорядних факторів можна віднести:

- марку і технічний стан локомотива;

- кваліфікацію і стиль роботи локомотивно–упорядницької бригади.

На планування ведення маневрової роботи також впливає нерівномірність надходження вагонів до станції та нерівномірність розподілу кількості вагонів в подачах.

Отже, залежність часу переформування составу від факторів, впливаючих на цей процес, можна представити у вигляді функції:

$$T = f\left(r; P_{\alpha}; m; S; X'\right) \tag{2.1}$$

де *r*– кількість вільних сортувальних колій;

P_α – фактична ємність колії α;

m – число вагонів у составі;

S – розстановка вагонів в складі, що належать до різних груп;

X' – кількість рейсів при переформуванні состава.

Розглянемо детальніше вплив на час переформування складу як головних з цих факторів, так і другорядних, а саме – як впливає на час маневрової роботи нерівномірність надходження вагонів до станції, нерівномірність розподілу кількості вагонів в подачах, кількість виділених колій, їх місткість, наявність централізації колій на станції, а також вплив порядку розстановки вагонів в складі на час маневрової роботи для заданого складу.

2.1. Вплив нерівномірності надходження вагонів до станції на планування та визначення часу маневрової роботи.

У наш час однією з найактуальніших проблем на залізничному транспорті є планування та визначення часу маневрової роботи.

Фактором, що утрудняє планування маневрової роботи, є складність прогнозування величини маневрового складу, тобто точного числа вагонів, що поступають на станцію. Вона пов'язана з їх добовою і внутрішньодобовою нерівномірністю. Уточнена кількість вагонів, оброблених на станції, дозволяє ефективно організувати роботу навантажувально-розвантажувальних машин, сортувальних, маневрових, ремонтних пристроїв. Внаслідок більш грамотного планування роботи станції в різні періоди часу, можна понизитивитрати, пов'язані з позаплановим надходженням вагонів, витрати на простій вагонів в очікуванні операцій, а також ефективніше використовувати вагонний і локомотивний парки.

Застосування статистичних розрахунків дозволяє вирішити такі задачі, як планування маневрової роботи, ремонт вагонного і локомотивного парків на станціях, розподіл персоналу по змінах на підставі навантаження.

При статистичному аналізі доцільно застосовувати коефіцієнт нерівномірності вагонопотоку. Внаслідок того, що на залізничному транспорті використовується система визначення величини поступаючого вагонопотоку, що добре зарекомендувала себе і підтвердила свою ефективність, вона приймається як базова, а на її основі визначаються специфічні параметри нерівномірності поступаючих вагонів на конкретній станції. Методика визначення коефіцієнта нерівномірності надходження вагонів базується на математичному апараті теорії ймовірності і математичній статистиці.

Завдяки цій методиці можна будувати гістограму вибірки та на її основі робити висновки про її властивості. На прикладі статистичних даних станції А, ми змогли побудувати діаграму розподілу вагонів (М) за годинами і за днями (рис. 2.1, 2.2).

Рис.2.1. Діаграма розподілу прибуваючих вагонів до станції за інтервалами часу місяця

Рис.2.2. Діаграма розподілу прибуваючих вагонів до станції за днями місяця

Проаналізувавши діаграму (див. рис.2.1), можна зробити висновок що максимальне надходження вагонів доводиться на інтервал часу – з 14 до 17 години щодня в місяці. Оскільки на залізничному транспорті робота проводиться позмінно (перша зміна працює з 5 до 17 години, а друга з 17 до 5 години), то ми бачимо, що більший обсяг робіт припадає першій зміні.

В цьому випадку ми можемо вчинити наступним чином: або збільшити число бригад вдень - а відповідно зменшити число тих, що працюють вночі, або зробити гнучкий графік роботи. Можна також перенести на нічний період доби плановий ремонт вагонів або проводити маневрові операції, оскільки вільних колій і незайнятих горловин вночі більше.

На діаграмі розподілу прибуваючих вагонів до станції за днями місяця (див. рис.2.2.), можна виділити дні, у які надходження вагонів буде мінімальним та максимальним. У зв'язку з цим, можна ліпше планувати маневрову роботу.

2.2. Вплив нерівномірності розподілу кількості вагонів в подачах на планування ведення маневрової роботи

В результаті дослідження вагонопотоків, можна відзначити, що на станцію з магістрального транспорту надходять слабо організовані і неритмічні потоки, що часто приводить до перевантаження транспортної системи станції, зокрема, локомотивів, станційних і виставкових колій.

Серед факторів, що впливають на тривалість переформовування складу, також слід приділити увагу нерівномірності розподілу кількості вагонів в подачах. При аналізі статистичних даних можна побудувати гістограму розподілу кількості вагонів в подачах.

При аналізі гістограми можна зробити наступний висновок - максимальне число подач - від 30 до 35 в добу складається з 10-19 вагонів, із збільшенням числа вагонів в подачі спостерігається скорочення числа подач. При цьому обсяг роботи локомотивних бригад збільшується, а загальний показник ефективності їх використання знижується.

Рис. 2.3. Гістограма розподілу кількості вагонів в подачах

2.3. Залежність часу переформовування складу від кількості виділених колій, їх місткості, а також наявності централізації колій

При накопиченні складу групового (збірного) потягу на одній сортувальній колії формування його полягає в сортуванні складу і підборі вагонів різних призначень в потяг групи, потім в збиранні підібраних груп вагонів. При підборі вагонів по фронтах вантажної роботи в умовах обмеженого числа сортувальних колій на станції час виконання сортувальної роботи має змінних характер.

Приклад виділених колійних ресурсів для переформовування заданого складу, узятий на підставі натурних листів приведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Варіанти виділених колійних ресурсів для переформовування заданого складу

Кожному варіанту колійної комбінації відповідає свій час виконання переформовування складу. На цей час в значній мірі впливає наявність централізації колії або ж її відсутність. Статистичні дані цих варіантів приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Час переформовування при різних варіантах розстановки вагонів

За приведеними даними будуємо гістограму коливання часу маневрової роботи для заданого складу при різній колійній комбінації і з врахуваннямнаявності централізації колії.

Рис 2.4. Коливання часу маневрової роботи для заданого складу при різній колійній комбінації

Відповідно час переформовування при різній колійній комбінації представлений в табл.2.4. і рис. 2.4. в стовпці «наявність централізації» табл.2.5. для випадків проведення на станціях обладнаних електричною централізацією стрілочних перекладіввстановлений знак «+». За наявності ручного перекладу ставиться знак «-». коефіцієнти варіації часу сортування для заданого складу може досягати значної величини, що в значній мірі підтверджує суттєвий вплив факторів розстановки вагонів в складі, кількості і місткості виділених колій. А наявність централізованого перекладу стрілочних переводів підвищує ефективність сортувальної роботи на 15-30%.

При аналізі гістограми коливання часу маневрової роботи для заданого складу при різній колійній комбінації і з врахуваннямнаявності централізації колії можна зробити припущення, що ця залежність підкоряється певним законам, що підлягає подальшомудослідженню.

Залежність питомого часу переробки вагонів від кількості і місткості виділених колій приведена на рис. 2.5.

Рис. 2.5. Залежність питомого часу переробки вагонів від кількості і місткості виділених колій.

На рис. 2.5. показаний характер залежності часу, що витрачається локомотивом на сортувальну переробку складу на станційних коліях при різній величині виділених колійних ресурсів. Крива I характеризує залежність за наявності достатньої фактичної корисної довжини виділених колій. Відповідно, крива II відображає вплив на час переформовування при використанні колій малої місткості. Властиве збільшення питомих

показників переробки для кривої II обумовлено необхідністю виконання зайвих маневрових рейсів переформовування.

2.4. Вплив порядку розстановки вагонів в складі на час маневрової роботи для заданого складу

Тривалість сортування накопиченого складу встановлюється шляхом аналізу даних про фактичне розміщення вагонів різних призначень в накопичених складах групових потягів. Оскільки станція не має в своєму розпорядженні розрахункових даних про розміщення вагонів в таких складах, вони можуть бути отриманілише на основі натурних спостережень за розміщенням вагонів в цих складах. Разом з тим число груп формування може встановлюватися і розрахунковим шляхом за даними натурних листів на потяги, що прибувають в розформування, які зберігаються на станції. Приклад розстановки вагонів в потягу, узятий на підставі натурних листів приведений в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

Варіанти розстановки вагонів в складі

При таких варіантах розстановки вагонів час на виконання переформовування складу значно міняється, оскільки число маневрових рейсів не однакове для кожного випадку. На підставі статистичних даних можна побудувати діаграму, приведену на рис. 2.6.

При аналізі гістограми залежності часу переформовування складу від варіанту розстановки вагонів можна зробити висновок про вплив розташування груп вагонів в складі на час переформовування складу. Оскільки потрібно сформувати склад з вагонів в певній послідовності, то початкове розміщення вагонів робитиме значний вплив на весь процес переформовування. Чим менше число рейсів при переформовуванні – тим

менше час, що витрачається, а число рейсів обумовлене саме розташуванням груп вагонів в складі, тобто складністю структури складу.

3. АНАЛІЗ МЕТОДИК НОРМУВАННЯ ЧАСУ ПЕРЕФОРМУВАННЯ СКЛАДУ

3.1. Аналітичні методики розрахунку часу переформування складу методом осаджування

Планування ведення переформовування складу – процес складний, внаслідок впливу на нього як загальних, так і специфічних факторів. Пошук мінімального за часом варіанту переформовування складу є одною з головних задач ведення маневрової роботи на залізничному транспорті.

На даний момент, існує 4 методи розрахунку часу маневрової роботи, які направлені на вирішення цієї задачі.

3.1.1. Методика розрахунку часу переформування складів з витяжних колій Укрзалізниці

По методиці **Укрзалізниці** технологічний час переформовування складів складається з часу розформування-формування складу і технологічного час на збирання вагонів.

Час розформування-формування складу знаходиться по формулі:

де A і $Б$ — нормативні коефіцієнти, які залежать від способу розформування-формування складу, типу локомотиву, ухилу витяжних колій і стрілочної зони. У них враховані витрати часу на заїзд локомотива під склад, витягування складу або його частини на витяжну колію, поштовхи для сортування вагонів і відтягування маневрового складу після низки поштовхів;

n_c - середня кількість вагонів у складі;

g - середня кількість відчепів у складі.

Технологічний час на збирання вагонів при кількості колій p, з яких збираються вагони, визначається по формулі:

Кількість вагонів, що переставляються на колію збирання визначається по формулі:

де $n_ф$ - кількість сортованих вагонів, приймається рівною середньому складу;

g_n - середня кількість поїздових груп в одному складі.

Кількість колій, з яких вагони переставляються, визначається по формулі:

При відомій кількості колій формула визначення кількості вагонів, що переставляються на колію збирання, приймає вигляд

таким чином,

Отже, технологічний час переформовування складів дорівнює:

Визначимо, як буде змінюватися технологічний час на розформування-формування складу тепловозом з витяжної колії, якщо кількість вагонів в складі n_c буде від 3 до 55, а середня кількість відчепів у складі g матиме значення від 2 до 15, приведений ухил колії вільного руху відчепів по витяжній колії та 100м стрілочної зони $i_{прив}=1,5‰$. Нормативні коефіцієнти при цьому мають значення: А=0,81 хв., Б=0,4 хв. Кількість колій p=4.

Наприклад , якщо $g=4$, *а* n_c =10 , то

Нижче представимо отримані результати у вигляді графіка.

Рис.3.1. Результати розрахунку часу на розформування-формування складів з витяжних колій згідно з методикою «Укрзалізниці»

Таким чином, найбільший час матиме значення 55,43 хв. – при найбільшому числі відчепів і кількості вагонів. Але дана методика не враховує наступні фактори:

- кількість вагонів в кожній з формованих груп та їх розташування в складі;

- специфіку роботи за відсутності електричної централізації горловини;
- особливостей колійного розвитку горловини, на якій ведеться маневрова робота.

Ці фактори значною мірою впливають на час маневрової роботи, тому дана методика не повною мірою задовольняє поставленому завданню. Але, не дивлячись на це, вона має місце і ефективна для отримання приблизного часу на переформовування складу.

3.1.2. Розрахунок часу маневрової роботи методом осаджування згідно методиці, приведеній Акулінічевим В.М.

Тривалість напіврейсів визначається їх типом, відстанню і швидкістю пересування. Різні типи напіврейсів мають різний час на маневрові пересування, залежний в основному від максимальної швидкості розгону, способу гальмування і взаємного розташування елементів напіврейсів.

Продуктивність виконання маневрів нормується за допомогою розрахункових параметрів, що встановлюються на основі хронометражних спостережень або тягових розрахунків. Розрахункові параметри застосовуються в основному для складних маневрів з великою кількістю однотипних рейсів і напіврейсів. Спосіб тягових розрахунків доцільніше застосовувати при нормуванні простих маневрів, що складаються з більш менш довгих одиночних напіврейсів по подачі, прибиранню, перестановці груп вагонів або складів, маневрів із збірними поїздами на розподільних станціях.

Загальна тривалість розформування складу осаджуванням складається з суми полурейсів — холостих, виставкових, осаджування:

Кількість холостих напіврейсів дорівнює подвоєній кількості частин x, на які розділений склад, а загальна їх тривалість $\sum t_x = a_x \cdot 2 \cdot x$, де a_x — тривалість виконання холостого напіврейса, хв.

Число виставкових напіврейсів дорівнює кількості відчепів g. Найбільша кількість вагонів при першому виставковому напіврейсі дорівнює числу вагонів в частині $\frac{m}{x}$, а найменше — при виставці останнього відчепа, тобто виставкових напіврейсів при розформуванні осаджуванням найбільша кількість вагонів при першому осадженні $\frac{m}{x}$, а найменша $\frac{m}{g}$, тобто середній склад $m_{сер} = \frac{m(g+x)}{2gx}$. Тривалість всіх напіврейсів осаджування

Загальний час виконання всіх напіврейсів при сортуванні складу після перетворення

Теоретично число частин $l \leq x \leq g$. При певному значенні x функція $T_{ос}$ має мінімум. Щоб знайти оптимальне значення x, необхідно узяти першу похідну цієї функції по x. У точці, в якій перша похідна дорівнює нулю, функція має мінімальне значення. Тоді

Тоді оптимальне число частин, на котре слід ділити склад при сортуванні

Підставивши оптимальне значення x у формулу (3.11), отримаємо мінімальний час маневрів при діленні складу на частини:

або після перетворення

Доданок $m/2(b_в + b_{ос})$ складає не більш 5% величини Тос тому в практичних розрахунках воно може не враховуватися.

Наприклад, при кількості вагонів m=10, кількості відчепів рівному числу частин складу x=g=4, тривалість пересування локомотива без

вагонів $a_B = a_{OC} = a = 0{,}72 хв.$; додаткових витратах часу, що припадають на рівний:

Отримані результати представимо у вигляді графіка

Рис.3.2. Результати розрахунків часу переформування складу методом осаджування та витягування згідно методиці, приведеній Акулиничевим В.М.

Таким чином, час для виконання маневрових робіт складе 10,01 хв. Дана методика враховує більше факторів, чим попередня, але отриманий час майже удвічі менший за час переформовування складу, отриманий по методиці «Укрзалізниці». це пов'язано з тим, що по-перше, час виконання маневрових операцій при визначенні по приведених вище формулах не включає тривалість підготовчо-завершальних операцій, в які входять відчепка вагонів, подача і виконання сигналів, перекладу стрілок, зміни напряму руху, підготовки до маневрів і закріплення вагонів після їх завершення. Тривалість цих операцій встановлюється для кожного маневрового району станції.

А по-друге, значення параметрів *a* та *b* для конкретної станції повинні встановлюватись по даним хронометражних спостережень не менш ніж за 30 діб. В той же час в інструкції приведені таблиці з усередненими значеннями *a* та *b* по станціям Радянського Союзу, які фактично і використовуються для нормування маневрової роботи. Порівняння тривалості маневрових півреисів розрахованих за формулою (3.13) показують значну відмінність від даних для реальних станцій. Таким чином використання формули (3.13) зі середньомережевими значеннями коефіцієнтів *a* та *b* доцільне лише у випадках, коли необхідні укрупнені середні нормативи при виконанні елементарних операцій, які не піддаються інженерному моделюванню та розрахунку.

3.1.3. Розрахунок часу переформування складу методом осаджування згідно методиці, приведеній Грунтовим П.С.

При нормуванні часу переформування складів на витяжних коліях методом осаджування, користуючись методикою Грунтова П.С., визначають не лише спільний час розформування складу, що складається з m вагонів, але і число часток ділення складу x_i при якому цей час буде мінімальним. Таким чином, одночасно з нормуванням сумарного часу виконання всіх видів напівреисів в процесі розформування вирішується завдання дослідження функції T_c^{oc} на мінімум: $T_c^{oc}(x_i) = \min$. Розглянемо методику рішення цієї задачі.

При розформуванні складу осаджуванням виконують холості, виставкові, сортувальні, а також напівреисси зворотного витягування на розформованій частині складу на витяжну колію.

Число холостих напівреисів дорівнює числу частин X, на які

де ах - параметр холостого напівреиса.

Число виставкових напівреисів також дорівнює числу часток X, на які ділять склад з m вагонів, а середнє число вагонів в кожній частці т/х. Спільний час виставкових напівреисів при маневрових параметрах a_B та b_B, хв.:

Число сортувальних напівреисів дорівнює числу відчепів у складі g'. Оскільки в кожній розформовуваній частині перше осаджування здійснюють в середньому з т/X вагонами і останнє з т/g' вагонами (одним відчепом), середній маневровий склад при сортувальних напівреисах:

Тривалість всіх сортувальних напівреисів, що виконуються методом осаджування при параметрах напівреисів сортування ас і bc, складе, хв:

Число напіврейсів витягування маневрового складу з парку назад на витяжну колію при розформуванні кожної його частини на одиницю менше числа відчепів в ній, оскільки після останнього напіврейса осаджування витягування локомотива без вагонів не проводиться, а відразу починається заїзд за новою частиною складу. Тоді число витягувань на весь розформовуваний склад буде:

Оскільки перше витягування здійснюють з $\frac{m}{X} - \frac{m}{g}$ вагонами, а останнє з $\frac{m}{g}$ вагонами, середній маневровий склад, буде рівний:

Звідси тривалість всіх напіврейсів витягування, хв.:

Сумарний час виконання всіх напіврейсів при сортуванні складу, хв., методом осаджування визначимо:

або після перетворення

Число частин ділення складу може змінюватися в межах $1 \leq X \leq g'$, тобто на витяжну колію можна подавати склад повністю (якщо дозволяє довжина витяжної колії), і тоді X = 1, або заїжджати за кожним відчепом окремо і тоді X=g'. Для практичних цілей необхідне таке значення Xi, при якому час розформування буде мінімальним. Якщо допустити, що вираз (3.24), приведен до вигляду

диференціюємо, тобто функція $T_c^{oc} = f(X)$ безперервна, то

Друга похідна є позитивною і складає

Число часток Xi, при якому $T_c^{oc} = \min$

Наприклад, при числі первинних груп (відчепів) в складі g'=4, тій же кількості вагонів (т=10), при маневрових параметрах a_B = 0,81 и b_B = 0,4,

параметрі холостого напіврейса ах = 0,81 і при параметрах напіврейсів сортування ас = 0,81 і bc= 0,4 число часток X_i, при якому $T_c^{oc} = \min$ буде рівним $X_i = \sqrt{\frac{0{,}4 \cdot 10 \cdot 4}{3 \cdot 0{,}81}} = 4{,}44 \approx 5$. Залежно від кожного X_i, знаходиться мінімальний час переформовування складу:

Отримані результати представимо у вигляді графіка на рисунку 3.3.

Рис.3.3. Результати розрахунків часу переформування складу методом осаджування та витягування згідно методиці, приведеній Грунтовим П.С.

Таким чином, максимальний час для виконання маневрових робіт складе 24,88 хвилин. Дана методика враховує більше факторів, ніж попередня, і це пояснює той факт, що отриманий час майже удвічі перевищує час по переформовуванню складу, отриманий по методиці приведеній Акулінічевим В.М. Ця методика є найбільш точною зі всіх трьох, головна її перевага – розрахунок мінімального числа відчепів для кожного випадку окремо, але при цьому не враховується довжина і кількість виділених колій для переформовування складу, а також кількість вагонів в кожній з формованих груп і їх послідовність.

Для порівняння даних методик візьмемо однакові вихідні дані, і порівняємо отримані результати по методиках із часом переформовування складу, розрахованого для конкретного складу за техкартою.

3.2. Технологічна карта як спосіб нормування часу переформування складу

Технологічна карта є одним из методів знахождения часу переформування состава при відомій розстановці вагонів в составі, вона

враховує всі операції при переформуванні, час на закріплення складу, відчеплення, переклад стрілок, подача розпоряджень, випробування автогальм та ін., які беруться з нормативів на залізничному транспорті.

На підставі Керівництва по технічному нормуванню маневрової роботи з врахуванням передбачених Інструкцією про порядок обслуговування і організації руху на під'їзній колії швидкостей руху, встановлених Правилами технічної експлуатації залізниць України розробляється таблиця 3.1. Технологічна карта нормування маневрової роботи з подачі, відбору і розстановки вагонів на вантажних фронтах, тобто часу переформування складу.

При нормуванні маневрової роботи мають бути встановлені розрахунковим або хронометражних шляхом технічні норми, що передбачають якнайкраще використання маневрових локомотивів по потужності і часу роботи протягом доби, переробляючої здібності маневрових засобів.

Нижче приведена техкарта для складу з 10 вагонів, який потрібно переформувати при числі колій рівній 4, число груп в составі рівне 4, при чому перша група складається з 1 вагону, друга– з 3, третя – з 3, четверта – з 3 і вони розташовуються в такій послідовності:

Рис.3.4. Схема горловини для переформувння составу

Таблиця 3.1

Технологічна карта часу переформовування складу

Порівняльна діаграма часу, розрахованого по наведених вище методиках приведена на рис.3.5

1 – Час, розрахований по методиці Укрзалізниці

2 - Час, розрахований по методиці Акулінічева В.М.

3 - Час, розрахований по методиці 4 - Час, розрахований по технологічній карті Грунтова П.С.

Рис.3.5. Порівняльна діаграма методик розрахунку часу переформування складу.

Як видно, дійсний час переформовування складу значно відрізняється від часу, розрахованого по різних методиках. Це викликано, перш за все тим, що жодна з даних методик не враховує в своїх формулах розстановку вагонів в складі і число рейсів, яке необхідне для переформовування даного складу.

В даному випадку технологічна карта показала себе якнайкращим образом, оскільки вона до того ж показує алгоритм виконання переформовування. На жаль, побудова такої техкарти вимагає багато часу і техкарту потрібно складати кожного разу для нового складу, це є її головним недоліком. Тому необхідно вивести формулу, яка могла б розрахувати час переформовування з урахуванням всіх фаторів, які раніше не враховувалися.

На підставі аналізу існуючих методик (пункт 3) пропонується удосконалити формулу, яка показала результат ближче за всіх до часу по техкарті, – а саме формулу, запропоновану Грунтовим П. С.