

Інформаційні джерела

1. Богданович П.Н. Тренине и износ в машинах: учеб. для вузов / П.Н. Богданович, В.Я. Прушак. – Минск: Вышш. шк., 1999. – 374 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность) / Д.Н. Гаркунов. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 616с.
3. Крагельский И.В. Узлы трения машин / И.В. Крагельский, Н.М. Михин. – М.: Машиностроение. 1984. – 280с.
4. Ткачук А.А. Підвищення зносостійкості поверхонь кочення роликотідшипників методами зміцнювально-вигладжувального оброблення: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Ткачук Анатолій Анатолійович. – Луцьк, 2014. – 180с.

УДК 621. 86

А.Є. Дячун, к.т.н., В. Дмитренко, В.М. Клендій, Т.Д. Навроцька
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРАХУНКУ ГВИНТОВОГО РОЗХОДОМІРА

Приведена конструкція гвинтового роз ходоміра сипких матеріалів транспортних засобів, особливістю якого є двох західний гвинтовий робочий орган, який встановлено у вертикальну циліндричну трубу з центральним валом, який двома кінцями встановлений в опорі підшипниками з метою підвищення його чутливості і точності замірів розходу сипких матеріалів. Прилад зверху оснащений джерелом енергії, автоматичним аналогово-цифровим перетворювачем і персональним комп'ютером.

Ключові слова: Гвинтовий роз ходомір, сипкі матеріали, конструктивні і силові параметри.

Приведенная конструкция винтового расходомера сыпучих материалов транспортных средств, особенностью которого является двух западный винтовой рабочий орган, установленный в вертикальную цилиндрическую трубу с центральным валом, который двумя концами установлен в опоре подшипниками с целью повышения его чувствительности и точности измерений расхода сыпучих материалов. Прибор сверху оснащен источником энергии, автоматическим аналогово-цифровым преобразователем и персональным компьютером.

Ключевые слова: Винтовой расходомир, сыпучие материалы, конструктивные и силовые параметры.

Present design spiral roses bulk materials feature is the two western screw your body, which is set in a vertical cylindrical tube with a central shaft which two ends mounted in bearing supports in order to increase its sensitivity and accuracy of measurements of fuel consumption of bulk materials. The device is equipped with a top energy source, automatic analog-to-digital converter and a personal computer.

Keywords: Screw hodomir roses, bulk materials, design and power options.

Постановка питання. В Україні біля 80% перевезень вантажів здійснюють автомобільним транспортом. На сьогодні у господарському комплексі та приватному користуванні, за різними даними, нараховується близько 15 млн. автомобілів різних типів.

Тому питання удосконалення конструкцій контрольно-вимірювальних пристроїв і їх досліджень з розробленням відповідного технологічного і стендового оснащення для проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень є актуальним і має велике народногосподарське значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням взаємодії гвинтових робочих органів з сипким вантажним середовищем присвячені праці академіка П.М. Василенка [1], Григорьєва А.М. [2], Гевко Б.М. і Рогатинського Р.М. [3], Рогатинського Р.М., Гевко І.Б., Дячуна А.Є. [4], Баришева А.І. і Будашевського В.А. [5], та багатьох інших. В цих та інших роботах дослідженні силові і кінематичні параметри взаємодії гвинтових робочих органів (ГРО) на сипке середовище. Важливим є питання оберненої дії – вплив сипкого середовища на ГРО з визначенням кінематичних і силових параметрів його роботи. Цьому і присвячена дана стаття.

Мета і завдання дослідження. Розробити конструкцію розходоміра з визначенням параметрів роботи ГРО з виведенням відповідних аналітичних і графічних залежностей.

Реалізація роботи. Для встановлення величини крутного моменту гвинтового приводу від дії падіння сипучих матеріалів розглянемо рух частинки вантажу в координатах xuz (рис. 1). Після встановлення характеру цього руху і силових факторів визначимо характер навантажень на гвинт під час переміщення вантажу.

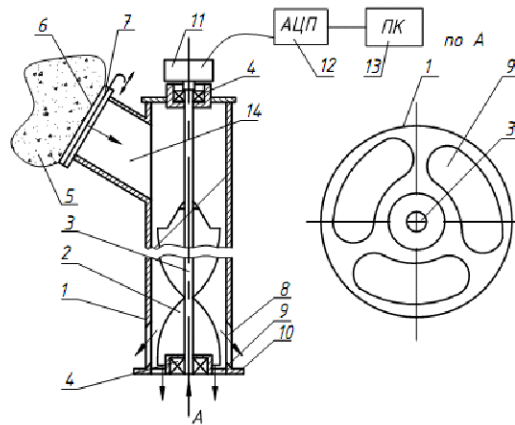


Рис. 1. Розрахункова схема переміщення частинки вантажу у гвинтовому роз ходомірі
1 – циліндричний кожух; 2 – гвинт; 3 – вал; 4 – патрубок; 5 – джерело енергії; 6 – аналого-цифровий перетворювач (ALTVAR); 7 – персональний комп’ютер.

Розглянемо режим роботи гвинтового приводу, в склад якого входить гвинт із постійним кроком витків T . Із умови контакту частинки вантажу A з гвинтовою поверхнею та циліндричною поверхнею кожуха, її розміщення визначається радіальним параметром R і кутовим параметром θ .

В параметричному вигляді координати частинки A визначаються такими залежностями:

$$\begin{cases} x_A = R \cdot \cos \omega t; \\ y_A = R \cdot \sin \omega t; \\ z_A = \frac{T(\omega t - \theta)}{2\pi}, \end{cases} \quad (1)$$

де x_A, y_A, z_A – координати частинки, м; R – радіальний параметр частинки, м; θ – кутовий параметр гвинта, рад; ω – кутова швидкість обертання частинки по поверхні гвинта, рад/с; t – час, с.

Кутову швидкість обертання частинки по поверхні гвинта визначаємо із умови збереження енергій, прирівнюючи кінетичну та потенціальну енергії частинки. При цьому визначили

$$\omega = \frac{2\pi\sqrt{2gh}}{T}, \quad (2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; h – висота падіння сипкого вантажу, м.

Швидкості руху частинки відносно гвинта в напрямку осей x, y, z :

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \dot{x}_A - \dot{x}_{1u}; \\ \dot{y}_1 = \dot{y}_A - \dot{y}_{1u}; \\ \dot{z}_1 = \dot{z}_A - \dot{z}_{1u}, \end{cases} \quad (3)$$

$\dot{x}_A, \dot{y}_A, \dot{z}_A$ – проекції швидкості руху частинки на осі координат xuz , м/с; $\dot{x}_{1u}, \dot{y}_{1u}, \dot{z}_{1u}$ – проекції швидкості руху гвинта на осі координат xuz , м/с.

Проекції швидкості руху частинки знаходимо, диференціюючи рівняння (1):

$$\begin{cases} \dot{x}_A = -R\omega \cdot \sin \omega t; \\ \dot{y}_A = R\omega \cdot \cos \omega t; \\ \dot{z}_A = \frac{T}{2\pi} \left(\omega - \frac{d\theta}{dt} \right). \end{cases} \quad (4)$$

Швидкість руху гвинта визначаємо за залежностями:

$$\begin{cases} \dot{x}_{1u} = -R \cdot \sin \theta \cdot \frac{d\theta}{dt}; \\ \dot{y}_{1u} = R \cdot \cos \theta \cdot \frac{d\theta}{dt}; \\ \dot{z}_{1u} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Згідно з (3), враховуючи залежності (4) і (5), знаходимо

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -R \left(\omega \sin \omega t + \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \right); \\ \dot{y}_1 = R \left(\omega \cos \omega t - \cos \theta \frac{d\theta}{dt} \right); \\ \dot{z}_1 = \frac{T}{2\pi} \left(\omega - \frac{d\theta}{dt} \right). \end{cases} \quad (6)$$

Прискорення частинки визначаємо, диференціюючи рівняння (6) при $R = const$

$$\begin{cases} \ddot{x} = -R\omega^2 \cos \omega t - R \left(\cos \theta \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 + \sin \theta \frac{d^2\theta}{dt^2} \right); \\ \ddot{y} = -R\omega^2 \sin \omega t + R \left(\sin \theta \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 - \cos \theta \frac{d^2\theta}{dt^2} \right); \\ \ddot{z} = -\frac{T}{2\pi} \frac{d^2\theta}{dt^2}. \end{cases} \quad (7)$$

Результати числових та експериментальних досліджень свідчать, що незалежно від початкових умов при постійній подачі потоку сипкого вантажу після проходження зони перехідного режиму встановлюється стабільний режим обертання гвинта. Враховуючи те, що період невстановленого руху частинки невеликий і не перевищує 1...1,5 с визначальне значення для встановлення силових параметрів має аналіз часткових рішень.

Розглянемо стабільний режим подачі потоку сипкого вантажу у гвинтовому приводі, в якому вантаж рухається по гвинтовій траєкторії і для якого дійсні умови: $\frac{d\theta}{dt} = const = \omega_2$, $\frac{d^2\theta}{dt^2} = 0$, $\frac{dR}{dt} = 0$,

$R = const$, де ω_2 - кутова швидкість обертання гвинта, рад/с.

При прийнятих умовах з (6) знайдемо проєкції швидкості руху частинки відносно гвинта на осі системи координат xuz

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -R(\omega \sin \omega t + \omega_2 \sin \omega_2 t); \\ \dot{y}_1 = R(\omega \cos \omega t - \omega_2 \cos \omega_2 t); \\ \dot{z}_1 = \frac{T}{2\pi}(\omega - \omega_2). \end{cases} \quad (8)$$

Прискорення частинки визначаємо за рівняннями:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -R(\omega^2 \cos \omega t + \omega_2^2 \cos \omega_2 t); \\ \ddot{y} = -R(\omega^2 \sin \omega t - \omega_2^2 \sin \omega_2 t); \\ \ddot{z} = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Рівняння для визначення силових параметрів під час переміщення частинки згідно рис. 1 можна знайти на основі рівняння рівноваги всіх сил, що прикладені до неї:

$$\begin{cases} \sum x = N_{1x} + F_{1x} - m\ddot{x} + G_x = 0; \\ \sum y = N_{1y} + F_{1y} - m\ddot{y} + G_y = 0; \\ \sum z = N_{1z} + F_{1z} - m\ddot{z} + G_z = 0, \end{cases} \quad (10)$$

де N_{1x}, N_{1y}, N_{1z} – проекції нормальної реакції від поверхні гвинта відповідно на осі x, y, z, H ; F_{1x}, F_{1y}, F_{1z} – проекції сили тертя між частинкою та поверхнею гвинта відповідно на осі x, y, z, H ; m – маса частинки, кг; G_x, G_y, G_z – проекції сили ваги відповідно на осі x, y, z, H .

Нормальна реакція N_1 від поверхні гвинта направлена по вектору нормалі \vec{n} до цієї поверхні, тобто

$$\vec{N}_1 = N_1 \vec{n}; \quad (11)$$

де N_1 – нормальна реакція від поверхні гвинта, \vec{n} – вектор нормалі.

Сили тертя F_1 від вказаної реакції N_1 направлена протилежно вектору відносної швидкості частинки, а їх проекції можна визначити за залежностями:

$$\begin{cases} F_{1x} = -f_1 N_1 \frac{\dot{x}_1}{|\dot{s}_1|}; \\ F_{1y} = -f_1 N_1 \frac{\dot{y}_1}{|\dot{s}_1|}; \\ F_{1z} = -f_1 N_1 \frac{\dot{z}_1}{|\dot{s}_1|}; \end{cases} \quad (12)$$

де F_1 – сила тертя, що виникає між частинкою та поверхнею гвинта, H ; f_1 – коефіцієнт тертя між частинкою і поверхнею гвинта; \dot{s}_1 – модуль абсолютної швидкості руху частинки по гвинту, м/с,

$|\dot{s}_1| = \sqrt{\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2 + \dot{z}_1^2}$; $\dot{x}_1, \dot{y}_1, \dot{z}_1$ – швидкості руху частинки відносно гвинта в напрямку осей $x, y, z, \text{м/с}$;

У загальному вигляді коефіцієнти тертя залежать від швидкості руху частинки і їх можна визначити за формулами:

$$f_1 = f_{01} + k|\dot{s}_1|; \quad (13)$$

де f_{01} – початкове значення коефіцієнта тертя між вантажем і гвинтом; k – коефіцієнт, що враховує величину зміни коефіцієнта тертя залежно від швидкості руху частинки.

Оскільки швидкість обертання гвинта змінюється не в значних інтервалах, коефіцієнт тертя прийемо постійною величиною.

Проекції нормальних реакцій від поверхні гвинта на осі координат x, y, z

$$\begin{cases} N_{1x} = -N_1 \cdot \sin \alpha \sin \theta; \\ N_{1y} = N_1 \cdot \cos \alpha \cos \theta; \\ N_{1z} = N_1 \cdot \cos \alpha; \end{cases} \quad (14)$$

де α – кут нахилу витків гвинта, рад.

Кут нахилу витків шнека

$$\alpha = \arctg\left(\frac{T}{2\pi R}\right). \quad (15)$$

Для спрощення розрахунків доцільно використовувати кут нахилу витків шнека на зовнішньому діаметрі, що не вносить суттєвих похибок в одержані результати.

Проекції сили ваги частинки на осі координат x, y, z :

$$\begin{cases} G_x = 0; \\ G_y = 0; \\ G_z = -mg. \end{cases} \quad (16)$$

Враховуючи (11), (12) і (14) рівняння (10) набудуть вигляду:

$$\begin{cases} \sum x = N_1 \left(-\sin \alpha \sin \theta - f_1 \frac{\dot{x}_1}{|\dot{s}_1|} \right) - m\ddot{x} = 0; \\ \sum y = N_1 \left(\sin \alpha \cos \theta - f_1 \frac{\dot{y}_1}{|\dot{s}_1|} \right) - m\ddot{y} = 0; \\ \sum z = N_1 \left(\cos \alpha - f_1 \frac{\dot{z}_1}{|\dot{s}_1|} \right) - m\ddot{z} + G_z = 0. \end{cases} \quad (17)$$

У розширеному вигляді систему рівнянь (3.42) можна записати наступним чином:

$$\begin{cases} N_1 \left(-\sin \alpha \sin \theta - f_1 \frac{-R \left(\omega \sin \omega t + \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \right)}{|\dot{s}_1|} \right) - \\ - m \left(-R \omega^2 \cos \omega t - R \left(\cos \theta \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 + \sin \theta \frac{d^2\theta}{dt^2} \right) \right) = 0; \\ N_1 \left(\sin \alpha \cos \theta - f_1 \frac{R \left(\omega \cos \omega t - \cos \theta \frac{d\theta}{dt} \right)}{|\dot{s}_1|} \right) - \\ - m \left(-R \omega^2 \sin \omega t + R \left(\sin \theta \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 - \cos \theta \frac{d^2\theta}{dt^2} \right) \right) = 0; \\ N_1 \left(\cos \alpha - f_1 \frac{\frac{T}{2\pi} \left(\omega - \frac{d\theta}{dt} \right)}{|\dot{s}_1|} \right) + \frac{mT}{2\pi} \frac{d^2\theta}{dt^2} - mg = 0. \end{cases} \quad (18)$$

Розв'язуючи систему рівнянь (18), знаходимо нормальну реакцію від поверхні гвинта.

Вказана система рівнянь відносно параметру θ в загальному випадку не має розв'язку і її аналіз проводиться на ЕОМ, застосовуючи чисельний метод Рунге-Кутта. Оскільки коефіцієнт внутрішнього тертя вантажу, що піддається транспортуванню в основному значно перевищує коефіцієнт тертя між вантажем та кожухом і гвинтом, то рух потоку вантажу в першому наближенні можна розглядати як рух частинок з незмінними характеристиками зовнішніх зв'язків, що не залежать від внутрішніх взаємодій частинок.

Із третього рівняння системи (18) отримаємо:

$$N_1 = \frac{mg - \frac{mT}{2\pi} \frac{d^2\theta}{dt^2}}{\cos \alpha - f_1 \frac{\frac{T}{2\pi} \left(\omega - \frac{d\theta}{dt} \right)}{|\dot{s}_1|}} \quad (19)$$

Для стабільного режим подачі потоку сипкого вантажу у гвинтовому приводі нормальна реакція від поверхні шнека на основі (19) буде становити:

$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha - f_1 \frac{\frac{T}{2\pi} (\omega - \omega_2)}{|\dot{s}_1|}} \quad (20)$$

Крутний момент на шнекові визначаємо за виразом:

$$M = N_1 \cdot R (\sin \alpha - f_1 \cos \alpha). \quad (21)$$

Підставляючи формули (2) і (20) у формулу (21) одержимо:

$$M = \frac{Rmg}{\cos \alpha - f_1 \frac{\sqrt{2gh - T\omega_2}}{|\dot{s}_1|}} (\sin \alpha - f_1 \cos \alpha) \quad (22)$$

На основі формули (22) будемо графік залежності крутного моменту на гвинті від кута нахилу витків (рис. 2).

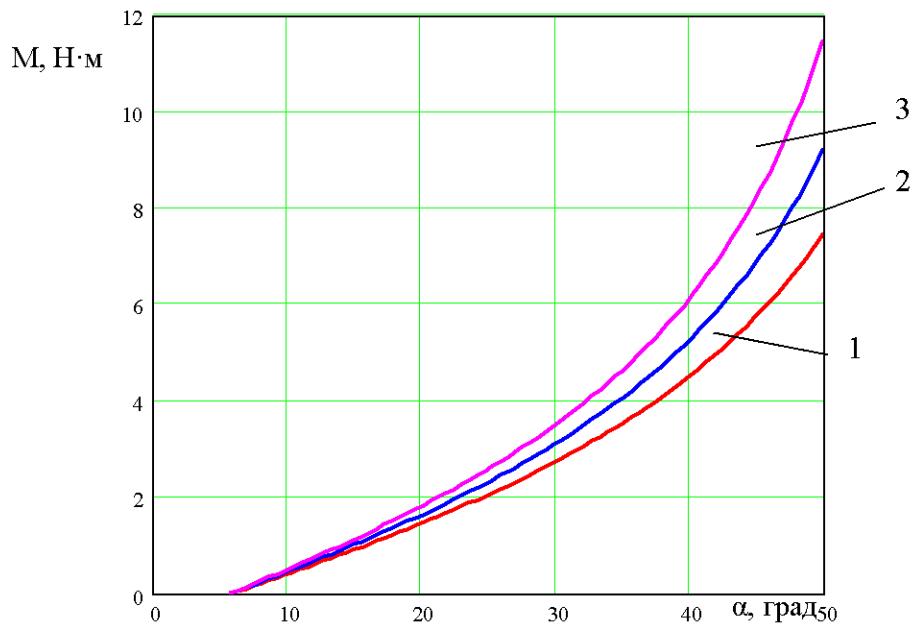


Рис. 2. Графік залежності крутного моменту на гвинті від кута нахилу витків $R=0,1\text{м}$, $m=4\text{кг}$, $f_1=0,1$: 1 – $h=1\text{м}$; 2 – $h=1,5\text{м}$; 3 – $h=2\text{м}$

Реальне значення величини крутного моменту є меншим унаслідок особливостей вантажу, що переміщується, неточності виготовлення гвинта тертя в опорах і визначається за формулою:

$$M_p = k_n k_n k_T M, \quad (23)$$

де k_n – коефіцієнт, що враховує витрати на переміщення, дроблення, защемлення й залипання вантажу; k_n – коефіцієнт, що враховує неточність виготовлення гвинта; k_T – коефіцієнт, що враховує тертя в опорах.

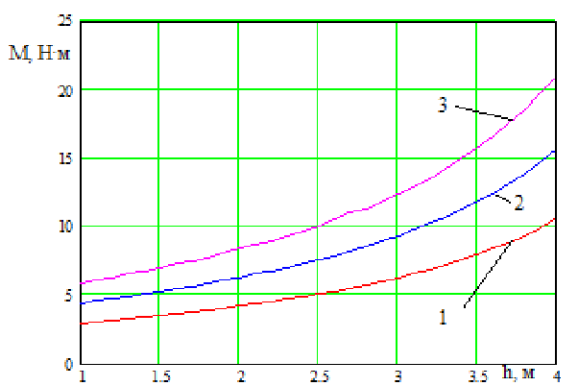


Рис. 3. Графік залежності крутного моменту на гвинті від висота падіння сипкого вантажу $\alpha=45^\circ$, $R=0,1\text{м}$ $m=4\text{кг}$, $f_1=0,1$: 1 – $m=2\text{кг}$; 2 – $m=3\text{кг}$; 3 – $m=4\text{кг}$

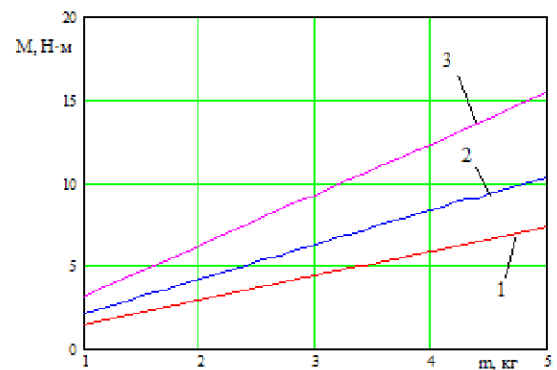


Рис. 4. Графік залежності крутного моменту на гвинті від маси сипкого вантажу $\alpha=45^\circ$, $R=0,1\text{м}$, $f_1=0,1$: 1 – $h=1\text{м}$; 2 – $h=2\text{м}$; 3 – $h=3\text{м}$

На основі приведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Представлена конструкція гвинтового роз ходоміра для визначення об'єму вантажу, який вивантажено з транспортних засобів.
2. Виведено аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів гвинтового роз ходоміра.

Інформаційні джерела

1. Василекко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозйственных машин. / [Текст] П.М. Василенко // изд. Украинская Академия сельскохозйственных наук, Киев, 1960.
2. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / [Текст] А.М. Григорьев // М.: Машиностроение, 1972. – 184с.
3. Гевко Б.М. Подающие механизмы сельскохозйственных машин. [Текст] Б.М. Гевко, Р.М. Рогатинський // Львов Вища школа, 1989 – 174бс.
4. Рогатинський Р.М. Науково – прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів. Тернопіль 2014 – 280 с.
5. Барішов А.И. Будашевський В.А. Расчет и проектирование транспортных средств непрерывного действия. Изд. Народ – Пресса. Донецьк. 2005 - 690ст.

УДК 621.391

П.Ф. Баховський, к.т.н., М.М. Євсюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ МЕРЕЖ НА СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМАХ

Викладено сучасні схеми розвитку конвергентних мереж, проведена порівняльна оцінка таких мереж побудованих на новітніх елементах, показано їх побудова для різних інформаційних додатків.

Ключові слова: АТС, виділені канали, трафік, конвергенція.

Изложены современные схемы развития конвергентных сетей, проведена сравнительная оценка таких сетей построенных на новейших элементах, показано их построение для различных информационных приложений.

Ключевые слова: АТС, выделенные каналы, трафик, конвергенция.

The modern scheme of converged networks, comparative evaluation of networks built on the innovative elements of the construction shown for various information applications.

Keywords: PBX, dedicated lines, traffic convergence.

Корпоративні комунікації традиційно склалися з трьох різних мереж – передачі даних, телефонії та відео, які розгорталися автономно і експлуатувалися роздільно, часто різними операторами. Ці ізольовані мережі включали в себе локальні та глобальні мережі операторів і створювалися для з'єднання між АТС, системах відеоконференцзв'язку і маршрутизаторів. Вони розгорталися поверх виділених каналів для АТС і відео, а також на основі різних комбінацій виділених ліній, Frame Relay і АТМ для передачі даних. На рис.1 зображено такі мережі.

Однак, таке використання істотно різних інфраструктур для транспорту кожного додатка є неефективним, тому що обсяг трафіку даних зростає набагато швидше, ніж голосового трафіку, з причини появи і розвитку технологічних інновацій, таких як World Wide Web (WWW), е-комерції, а також додатків, як, наприклад, відеоконференції або потокового відео на основі багатоадресного мовлення IP Multicast. І хоча показники росту варіюють залежно від країни і оператора/провайдера, безсумнівно те, що транспорт даних перекине трафік телефонних мереж. Так, наприклад, в США трафік даних перевершує голосовий трафік причому в мережах багатьох сервіс-провайдерів в США дані вже давно превалюють над голосом. Цей фактор є рушійною силою глобального зростання мереж. У зв'язку з цим нагальною необхідністю для операторів телекомунікацій є оптимізація своїх мереж для забезпечення інтегрованої передачі даних, голосового і відеотрафіка.

Сьогодні загальноприйнятною і визнаною думкою в телекомунікаційній індустрії вважається те, що Інтернет-протокол (IP) стає універсальним транспортом майбутнього. Швидке прийняття і перехід фірм-виробників до використання IP в якості транспорту для передачі даних, а також голосових і відеопрограм тільки підтверджує цей перехід до конвергентної мережевої парадигми, що включає також тих виробників телекомунікаційного обладнання, які історично використовували TDM інфраструктуру (з тимчасовим поділом інтервалів) і спиралися на традиційну телефонну практику. Виклик часу досить ясний: рухатися вперед до IP або ризикувати, залишаючись на старих рішеннях. Конвергентна мережа, що побудована на мультисервісній платформі показана на рис.2.