

ЗМІСТ

Передмова до видання 2007 р. Чому «Тойота» перемогла: історія двох бізнес-систем	7	
Перш ніж почати читати	10	
	21	РОЗДІЛ 1 «Усім галузям галузь» у перехідний період
ПОХОДЖЕННЯ ЛІН-ВИРОБНИЦТВА	28	
	31	РОЗДІЛ 2 Злет і падіння масового виробництва
	67	РОЗДІЛ 3 Злет лін-виробництва
СКЛАДОВІ ЛІН-ВИРОБНИЦТВА	98	
	101	РОЗДІЛ 4 Управління заводом
	141	РОЗДІЛ 5 Розробка автомобіля
	186	РОЗДІЛ 6 Координування мережі постачальників
	229	РОЗДІЛ 7 Обслуговування клієнтів
	258	РОЗДІЛ 8. Управління лін-виробництвом

[Купити книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

ПОШИРЕННЯ ЛІН-ВИРОБНИЦТВА	298	
	301	РОЗДІЛ 9 Незрозумілі моменти
	340	РОЗДІЛ 10 Здійснення переходу
ЕПІЛОГ	367	
Післямова до видання 2007 р. Що нового ми дізналися про лін-виробництво після 1990 р.	370	
ПОДЯКИ	383	
ПРО АВТОРІВ	385	
ПРО ЛІН ІНСТИТУТ УКРАЇНА	387	

Передмова до видання 2007 р.

Чому «Тойота» перемогла:
історія двох бізнес-систем

У 1990 р., коли «Машина, що змінила світ» вперше вийшла друком, компанія «Тойота» була вдвічі меншою за «Дженерал моторз» та утричі — за «Форд». У 2007 р., на момент другого видання книжки для нового покоління читачів, «Тойота» вже залишила позаду «Форд», от-от мала обійти «Дженерал моторз» та стати найбільшим і найуспішнішим промисловим підприємством у світі. Чому так — розповідається у цій книжці.

Це не просто історія трьох компаній-гігантів із величезної галузі промисловості. Вагомим досягненням цієї праці та причиною, чому вона досі не втратила своєї актуальності, є те, що у ній чітко описано дві фундаментально різні бізнес-системи, два погляди на колективну людську працю з метою створення цінності. Перша система — масове виробництво — стала дітищем «Дженерал моторз» у 1920-х рр. та дала змогу «Форду» вирости найбільшим промисловим підприємством на планеті. Після цього компанії практично у всіх галузях по всьому світу — серед них «Форд» та «Дженерал електрик» — запозичили цю систему та користувалися нею протягом майже 75 років. Другу систему ведення бізнесу — лін-виробництво — компанія «Тойота» запровадила протягом двох десятиліть після Другої світової війни. Зараз вона просочується у кожний закуток планети.

[Купити книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Щоб не вдаватися у подробиці, в цій книжці автори розповідають про масове виробництво, порівнюючи з лін, та доводять, що друге — краще. Вони не тільки пояснюють причини успіху «Тойоти», а й показують, яким чином будь-яка компанія може стати успішною за допомогою системи лін-виробництва.

У канву книжки вплетена історія та опис мануфактурного, масового та лін виробництв (перші три розділи), а також п'ять складових лін-системи (наступні п'ять розділів). Це розробка продукту, координація мережі постачальників, обслуговування клієнтів, цикл виробництва товару від замовлення до доставки та управління об'єднаним підприємством. Ці п'ять пунктів повинна виконувати будь-яка компанія, націлена на створення цінності для клієнтів, у тому числі сервісні організації в таких галузях, як охорона здоров'я. Тому уроки системи лін-виробництва, які поєднують усі п'ять складових, що підтримують одна одну, можна застосовувати у навдивовижу різних сферах. «Машина», що змінює світ — це і є ця завершена лін-система бізнесу, поширення якої на планеті описано в останніх трьох розділах.

Варто зазначити, що за два десятиліття «Машина, що змінила світ» вже стала класикою менеджменту. Це третя книжка в історичній трилогії, яку починає «Концепція корпорації» Пітера Друкера (1946 р.), де вперше було викладено суть моделі масового виробництва, а продовжує праця Альфреда Слоуна «Мої роки у "Дженерал моторз"» (1965 р.), в якій автор, розробник цієї системи, пояснив її у всіх деталях.

Враховуючи, що «Машина» стала історичним артефактом, ми не наважилися правити текст з урахуванням того, що сталося і що ми дізналися за роки після першої публікації. Тому матеріал після цієї Передмови та до нової Післямови слово в слово повторює оригінальну публікацію з кількома виправленнями друкарських і фактологічних помилок. Втім, у Післямові додали чималий опис того, що автори дізналися

про лін-виробництво з моменту першого виходу «Машини». Так ми надіялися дати можливість сучасним читачам почерпнути ще більше цінних уроків із цієї праці.

«Машина, що змінила світ» описує глобальну трансформацію управлінського мислення, яка підходить кожній компанії, що прагне стати лін-виробником.

Ден ДЖОНС, Гудріч, Герефорд, Великобританія

Ден РУС, Кембридж, Массачусетс, США

Джим П. БОМАК, Кембридж, Массачусетс, США

ПОХОДЖЕННЯ ЛІН-ВИРОБНИЦТВА

[Купити книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Жодна нова ідея не виникає на порожньому місці. Нові ідеї народжуються в умовах, де старі перестають працювати. Це стосується й лін-виробництва, яке виникло у конкретній країні у конкретний момент тому, що традиційні принципи промислового розвитку держави здавалися неефективними. Отже, щоб повна зрозуміти лін та його походження, потрібно повернутися у минуле, аж до зародження автомобільної промисловості наприкінці XIX ст.

У Розділі 2 подивимося на мануфактурні зачатки автомобільної галузі в 1880-х рр., а також на перехід до масового виробництва в районі 1915 р., коли мануфактурне виробництво зіткнулося з проблемами, які не могло подолати. Ми спробуємо описати зрілу систему масового виробництва, якою вона стала на початку 1920-х рр., її сильні та слабкі сторони, оскільки саме слабкості стануть джерелом натхнення для наступного етапу розвитку промислового мислення.

У Розділі 3 ми будемо готові поговорити про генезис лін-виробництва у 1950-х рр. та його вкорінення. Ми опишемо основні риси повноцінної лін-системи, яка сформувалася в Японії на початку 1960-х рр., задовго до того, як інші країни почали звертати на неї увагу.

[Купити книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

РОЗДІЛ 2

Злет і падіння масового виробництва

У 1894 р. високоповажний Евелін Генрі Еліс, багатий британський парламентарій, вирішив купити автомобіль¹. Він не пішов до автомобільного дилера, бо їх тоді не було. І не звернувся до британського автомобільного виробника, бо їх теж іще не існувало.

Натомість Еліс поїхав у Париж, до відомої компанії «Панар е Левассор», та замовив авто у них. Сьогодні фірму «П. і Л.», як їх тоді називали, пам'ятають тільки колекціонери ретро-автомобілів та знавці автомобільної історії, але у 1894 р. компанія була світовим лідером автомобільного виробництва².

Все почалося у 1887 р., коли Еміль Левассор («Л.») зустрів Готтліба Даймлера, засновника компанії, яка сьогодні випу-

¹ Матеріали для історії про Евеліна Еліса та його автомобіль ми отримали з архівів Музею науки у Лондоні. Сюди входять газетні вирізки про подвиги Еліса та внутрішній документ, складений працівниками про автомобіль «Панар», що належить музеєві.

² Матеріали про «Панар е Левассор» взяті з James Laux, *In First Gear: The French Auto Industry to 1914*, Liverpool: Liverpool University Press, 1976.

скає «Мерседес-Бенц». Левассор домовився про ліцензію на виробництво нових «швидкісних» бензинових двигунів для Даймлера.

На початку 1890-х рр. «П. і Л.» будували кілька сотень автомобілів на рік. Авто створювали за «системою Панара» — двигун встановлювали спереду, за ним сиділи пасажири, а тяговими колесами були задні.

Коли Еліс приїхав на фірму «П. і Л.», вона все ще була виробником переважно стрічкових пил, а не автомобілів. На заводі діяла класична мануфактурна система: штат складався здебільшого з висококваліфікованих ремісників, які вручну складали невеликі партії автомобілів.

Працівники добре розуміли принципи конструювання та матеріали, з якими мали справу. Багато з них були самі собі керівниками — незалежними підрядниками заводу «П. і Л.» чи навіть власниками механічних майстерень, з якими компанія укладала договори про виготовлення конкретних деталей.

Засновники підприємства Панар і Левассор та їхні безпосередні партнери займалися тим, що спілкувалися з клієнтами про їхні запити щодо точних специфікацій автомобіля, замовляли потрібні деталі та збирали кінцевий продукт. Але більша частина роботи, зокрема розробка, відбувалася в окремих майстернях, розкиданих по всьому Парижу.

Одне з основоположних припущень масового виробництва, що вартість одиниці товару різко зменшується при збільшенні обсягів виробництва, не працювало для компанії «П. і Л.». Якби вони спробували випускати по 200 000 автомобілів на рік, їхня вартість навряд чи сильно відрізнялася б від вартості десяти виготовлених автомобілів.

Більше того, «П. і Л.» не змогли б виготовити і двох ідентичних авто, не кажучи вже про 200 000, навіть за однаковими кресленнями. Справа в тому, що підрядники компанії не застосовували системи стандартного калібрування, а машинне обладнання 1890-х рр. не могло різати загартовану сталь.

Натомість різні підрядники виготовляли комплектуючі для автомобіля за дещо різними кресленнями. Потім ці деталі проходили опалення в печі, щоб загартувати поверхні для тривалого використання. Та у печах деталі часто деформувалися, і їх доводилося обробляти повторно, щоб повернути їм первинний вигляд.

Коли вони потрапляли до складального цеху «П. і Л.», то це були щонайкраще приблизні деталі. Далі кваліфіковані складальники компанії повинні були взяти перші дві комплектуючі та ідеально припасувати їх до купи.

Потім вони припасовували третю деталь до перших двох, і так далі — аж доки весь автомобіль, всі сотні деталей добре трималися разом.

Таке послідовне складання породило те, що ми сьогодні називаємо «розмірним відхиленням». Коли складальники завершували збирати модель, вона могла відчутно відрізнятись за розмірами від автомобіля, зібраного на сусідній стійці за тими самими кресленнями.

«П. і Л.» не мали змоги масово випускати ідентичні машини, тому й не намагалися. Натомість компанія зосередилася на тому, щоб кожне авто задовольняло всі побажання індивідуальних покупців.

Крім того, вона наголошувала на потужності своїх автомобілів та досконалості ручної роботи, при якій проміжки між окремими деталями були майже непомітними.

Клієнтам, яких «Панар» намагався «засватати», ця «фішка» підходила ідеально. То були багаті люди, з власними шоферами та механіками. Ціна, легкість управління та простота обслуговування їх не сильно хвилювали. А от швидкість та індивідуальний підхід — так.

Евелін Еліс, без сумніву, був типовим клієнтом «П. і Л.». Він не хотів будь-якого автомобіля — він хотів машину, створену відповідно до його конкретних потреб та смаку. Еліс погодився на базовий двигун та ходову частину, які пропонувала компа-

нія, але сказав власникам, що кузов має бути особливий, і його виготовить інша паризька фірма.

Крім того, він попросив Левассора про таке, що здалося би безглуздим для сучасних автомобілебудівників: він хотів, щоб трансмісія, гальма та систему управління двигуном перенесли з правої частини авто у ліву. (Це не тому, що в Англії лівосторонній рух — тоді перенесення управління двигуном наліво якраз не мало б сенсу. Крім того, рульове кермо залишалося посередині. Просто він подумав, що у такому положенні авто буде зручніше водити.)

Ймовірно, що для «П. і Л.» прохання Еліса видалося простим і закономірним. Оскільки деталі виготовлялися поштучно, зігнути тяги управління наліво, а не направо, і направити проводку в інший бік було нескладно. Сучасний масовий виробник потратив би кілька років та мільйони чи навіть сотні мільйонів доларів, щоб це здійснити. (Американські компанії досі не продають автомобілі для правостороннього руху в Японії, де водять по лівій стороні дороги, оскільки вважають, що витрати на розробку таких моделей будуть захмарними.)

Коли його автомобіль був готовий, Еліс разом з найнятим для цього механіком випробували його на вулицях Парижа. Великою мірою, куплена ним машина була прототипом. Коли Еліс нарешті відчув, що його автомобіль працює добре, — цілком імовірно, що для цього він багато разів повертався на фабрику «П. і Л.» для підгонки, — він вирушив до Англії.

Його приїзд у червні 1895 р. увійшов в історію. Еліс став першим, хто водив автомобіль в Англії. 90 кілометрів від Саутгемптона до свого дому в сільській місцевості він подолав за якихось 5 годин і 32 хвилини, без урахування зупинок, із середньою швидкістю 15,75 км/год. Водіння на такій швидкості було незаконним, оскільки для некінних транспортних засобів обмеження швидкості у той час становило 6,4 км/год. Але Еліс не мав наміру й надалі бути порушником закону.

До 1896 року він очолив парламентський рух за відміну закону, який обмежував швидкість руху автомобілів, та організував «Емансипаційний пробіг» з Лондона у Брайтон, під час якого деякі водії перевищили навіть нову максимально дозволена швидкість, 19 км/год. Десь у той час кілька англійських фірм зайнялися автомобілебудуванням — ера машин почала виходити за межі Франції спершу в Англію, а потім і в інші країни.

Евелін Еліс та «П. і Л.» заслуговують на те, щоб ми їх пам'ятали, попри подальші невдачі фірми «Панар» та грубуватість її авто 1894 р. випуску (зараз воно експонується у Музеї науки в Лондоні). Це — два символи епохи мануфактурного виробництва в автомобілебудуванні.

Коротко таке виробництво можна охарактеризувати наступним чином:

- Робоча сила у сфері розробки, машинних операцій та складання була висококваліфікованою. Більшість робітників навчалася ремеслу, аж доки досягала високих рівнів майстерності. Багато з них надіялися відкривати власні майстерні і стати незалежними підрядниками автомобілебудівних фірм.
- Організації були великою мірою децентралізованими, хоч і зосереджувалися в межах одного великого міста. Більшу частину деталей та конструкції автомобіля робили малі майстерні. Системою управляв власник чи підприємець, який мав прямий зв'язок із усіма залученими сторонами — клієнтами, роботодавцями та постачальниками.
- Використовувалися верстати загального призначення для шліфування, свердління та інших операцій з металом і деревом.
- Дуже низькі обсяги виробництва — до 1 000 автомобілів на рік. Лише кілька з них (50 чи навіть менше) створювали за однаковим дизайном. Серед тих 50-ти не

[Купити книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

було і двох ідентичних, оскільки мануфактурні техніки виробництва неодмінно призводили до відхилень.

Звісно, жодна компанія не могла захопити монополію над цими ресурсами і характеристиками, тож незабаром «Панар е Левассор» змагалися з десятками подібних автомобільних виробників. До 1905 р., менш ніж 20 років потому, як «П. і Л.» випустили перше комерційно успішне авто, сотні фірм у Західній Європі та Північній Америці «клепали» автомобілі невеликими обсягами з використанням технік мануфактурного виробництва.

Після Першої світової війни автомобільна галузь перейшла на новий рівень — масове виробництво, а компанія «П. і Л.», намагаючись наздогнати цей перехід, зрештою пішла на дно. Утім, деякі фірми, що займалися мануфактурним виготовленням автомобілів, дожили до наших часів. Вони продовжують працювати у невеличких нішах ринку в категорії «люкс», де пасуться клієнти, охочі купити унікальне авто на індивідуальне замовлення безпосередньо на фабриці.

Ось «Астон Мартін» за останні 65 років випустив не більше 10 000 автомобілів на своєму заводі в Англії. Сьогодні за робочий день компанія виробляє лише одне авто. Вона залишається на плаву за рахунок невеликого розміру та ексклюзивності. Високу ціну на свої автомобілі, якої вимагають мануфактурні техніки роботи, компанія позиціонує як чесноту. В майстерні «Астон Мартін», для прикладу, кваліфіковані слюсарі виготовляють панелі для кузова шляхом відбивання листів алюмінію дерев'яними молотками.

У 1980-х рр., коли темпи розвитку технологій автомобільної галузі відчутно прискорилися, «Астон Мартіну» та подібним фірмам довелося злитися з автомобільними гігантами (у випадку «Астон Мартіна» це була компанія «Форд»³), щоб отримати

³ «Форд» купила контрольний пакет «Астон Мартін» у 1987 р. Того ж року компанія придбала невеликого британського виробника спортивних автомобілів «Ей

доступ до експертних знань у сферах від контролю викидів до безпеки при зіткненні. Якби вони вирішили зайнятися цими дослідженнями самостійно, вартість автомобілів сягнула би стратосфери.

У 1990-х рр. на ці мануфактури чигає ще одна небезпека: компанії, що освоюють лін-виробництво, на чолі з японцями починають завойовувати їхні ніші на ринку. Раніше ці ніші були надто малими і спеціалізованими для масових виробників на зразок «Форда» і «Дженерал моторз». Наприклад, «Хонда» щойно випустила спортивну модель «Ен Ес Ікс» із алюмінієвим кузовом, а це — пряма загроза «Феррарі» у категорії надпотужних спортивних автомобілів. Якщо цим лін-фірмам вдасться скоротити витрати на розробку та виробництво і поліпшити якість продукту порівняно з тим, що пропонують мануфактурні компанії, — а їм, напевне, вдасться, — то традиційні мануфактури будуть змушені або освоїти лін-методи, або зникнути як вид після понад століття успішного існування.

Любителі ностальгувати згадують часи «Панар» та його конкурентів як золотий вік автопрому: майстерність роботи мала велике значення, і компанії приділяли максимум уваги індивідуальним замовникам. Крім того, чимало ремісників відшліфовували свої вміння та самі ставали власниками майстерень і цехів.

Це все правда, але мінуси мануфактурного виробництва теж лежать на поверхні. Вартість випуску була високою і зі збільшенням обсягів виробництва не падала. Це означало, що тільки багаті могли дозволити собі автомобіль. Крім того, через те, що кожна випущена одиниця була, по суті, прототипом, їхню надійність можна піддати сумніву. (Ця сама проблема, між іншим, стосується і супутників та американських космічних лі-

Сі». Крім них, у 1980-х рр. були продані інші мануфактурні автомобілебудівники: «Лотус» відійшов «Дженерал моторз», «Феррарі» — «Фіату», а «Ламборгіні» — «Крайслеру».

тальних апаратів — найвидатніші продукти мануфактурного виробництва на сьогодні.)

Власники автомобілів, такі як Евелін Еліс, або ж їхні шофери чи механіки брали на себе випробування машин. Іншими словами, система не гарантувала якості продукту — ми зараз не про шкіру чи горіхову деревину, а про надійність та витривалість автомобіля, — бо не проводилося систематичних тестувань.

Проти мануфактурного виробництва свідчить і той факт, що малі незалежні майстерні, які виконували більшу частину роботи з випуску автомобілів, не мали змоги розвивати нові технології. В окремо взятих мануфактур не було ресурсу для запровадження ключових інновацій — для справжнього технологічного прогресу потрібні були системні дослідження, а не просто рихтування. Якщо скласти всі ці обмежувальні фактори до купи, в ретроспективі стає зрозуміло, що автобудівна галузь вийшла на певне плато, коли на горизонті з'явився Генрі Форд. Іншими словами, коли загальний зовнішній вигляд автомобілів та вантажівок почав наближатися до того, яким ми його звикли бачити сьогодні — чотири колеса, двигун у передній частині, внутрішнє згорання, — індустрія досягнула дострокової зрілості — плодотворного ґрунту для нових ідей.

Саме на такому етапі Генрі Форд знайшов спосіб обійти проблеми, притаманні мануфактурній епосі. Нові техніки Форда відчутно знизили вартість виробництва і підвищили якість продукту. Форд назвав свою інноваційну систему *масовим виробництвом*⁴.

⁴ Цей термін Форд запропонував у статті «Mass Production» 1926 р. для «Encyclopedia Britannica» (13th edition, Suppl. Vol. 2, pp. 821–823). Багато хто тоді називав його систему «фордизмом».

| МАСОВЕ ВИРОБНИЦТВО

Автомобіль «Форд Модел Ті» 1908 р. був двадцятим у лінії моделей, які компанія випустила за п'ять років, починаючи з «Модел Ей» у 1903 р. У «Модел Ті» Форду вдалося досягнути двох цілей. Це був автомобіль, розроблений для виробництва, кажучи сьогодношньою мовою, плюс він був зручним для користувача. Водити чи ремонтувати таке авто міг кожен, не обов'язково шофер чи механік. Ці два досягнення заклали фундамент для революційної зміни напряму всієї автомобільної галузі⁵.

Суттю масового виробництва не була рухома конвеєрна стрічка, як вважалося тоді та й подекуди сьогодні, а *повна і послідовна взаємозамінність деталей та простота їх складання*. Саме ця виробнича новація дала життя конвеєру.

Щоб досягнути взаємозамінності, Форд наполіг на використанні єдиної системи калібрування для всіх деталей на всіх етапах виробничого процесу. Він так настирливо хотів цього, бо розумів, наскільки вигідно це для нього в плані економії на складанні автомобілів. Дивовижно, але більше ніхто у галузі не зрозумів цього причинно-наслідкового зв'язку, ніхто так не поклонявся єдиному стандарту калібрування деталей, як Форд.

Крім того, Форд виграв від удосконалення машинного обладнання, яке уможливило роботу з попередньо загартованими металами. Викривлення, які ставалися у процесі гартування готових деталей, не давали змогу стандартизувати їх. Щойно цю проблему було усунуто, Форду вдалося розробити інноваційні моделі авто з меншою кількістю деталей, які легко з'єднувалися між собою. Наприклад, чотирициліндровий двигун

⁵ Два дуже корисні дослідження про масове виробництво на заводі за принципами Форда: David Hounshell, *From the American System to Mass Production, 1800–1932*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984, особливо розділи 6 і 7, та Wayne Lewchuk, *American Technology and the British Vehicle Industry*, Cambridge: Cambridge University Press, 1987, особливо розділ 3. Опис системи Форда для цієї книжки взято з цих джерел, якщо інше не вказано.

Форда складався з єдиної, цілісно вилитої частини. Конкуренти виливали кожен циліндр окремо та скріплювали їх докупі.

Взаємозамінність деталей, простота та легкість у складанні дали Форду величезну фору перед конкурентами. Для початку, він зміг забрати кваліфікованих складальників, які завжди формували більшу частину штату робітників кожного складального підприємства.

Перші спроби збирати авто Форд зробив у 1903 р., коли установив складальні стенди, на кожному з яких один робітник збирав автомобіль з деталей. У 1908 р., безпосередньо перед запуском «Модел Ті», операційний цикл складальника на заводі Форда тривав 514 хвилин, або 8,56 годин. Операційний цикл — це період часу, протягом якого робітник виконує певний набір дій, перш ніж знову їх повторювати. За один цикл складальник збирав більшу частину автомобіля: наприклад, установлював усі механічні деталі — колеса, ресори, двигун, коробку передач, генератор — на ходову частину. Це займало цілий день. Складальники на стендах раз за разом виконували однаковий набір дій. Вони отримували потрібні деталі, підпилювали їх для точного припасування (тоді Форд ще не досягнув ідеальної взаємозамінності деталей) та кріпили їх на місце.

Перше, що зробив Форд для підвищення ефективності роботи, — це організував доставку деталей на кожен робочу станцію. Тепер складальникам можна було залишатися на місці протягом усього робочого дня.

А тоді, у 1908 р., коли Форду нарешті вдалося добитися ідеальної взаємозамінності деталей, він вирішив, що складальник робитиме лише одну дію, але переходитиме від автомобіля до автомобіля уздовж цеху. На серпень 1913 р., перед установленням конвеєрних ліній, середній операційний цикл складальника зменшився з 514 до 2,3 хвилин.

Природно, що це скорочення фантастично підвищило продуктивність, зокрема тому, що тепер робітник добре вмів виконувати одну конкретну задачу і, відповідно, робити її

швидше. На додачу, тепер не потрібно було опилювати і прилаштовувати деталі: робітники просто складали автомобіль із деталей, які одразу пасували одна до одної.

Ці нововведення Форда однозначно мали сприяти величезній економії порівняно з попередніми техніками виробництва, де робітники були змушені окремо припасовувати кожну неоковирну деталь. На жаль, важливість цього велетенського стрибка до масового виробництва не була оцінена достойно, тому нема точних підрахунків, скільки зусиль та грошей заощадили розподіл праці та ідеальна взаємозамінність деталей. Ми знаємо, що це чималі суми, можливо, навіть більші, ніж зекономлені Фордом на наступному етапі — коли у 1913 р. він запровадив безперервну конвеєрну стрічку.

Незабаром Форд виявив наступну проблему: коли робітники переходили від одного складального стану до іншого, це, по-перше, займало час, навіть якщо стенди знаходилися на відстані одного-двох метрів, по-друге, ті, хто працювали повільніше, не встигали за більш моторними колегами, що призводило до нерівномірності процесу на різних етапах. Навесні 1913 р. геній Форда додумався поставити на новому заводі в Гайленд-Парку біля Детройта рухому конвеєрну стрічку: тепер робітник стояв на місці, а автомобіль рухався до нього і від нього, на наступні етапи. Це нововведення скоротило операційний цикл з 2,3 хвилин до 1,19 хвилини — зекономило час переходів між стендами та дало змогу робітникам працювати швидше завдяки рухомій лінії.

Цей стрибок продуктивності вже не пройшов непоміченим, тому в нас є чимало документальних свідчень про те, скільки виробничих зусиль заощадило це нововведення. Журналісти Горас Арнолд та Фей Форот, наприклад, у 1915 р. в «Інжинірінг меґезін» опублікували порівняння кількості складених деталей тією самою кількістю робітників на звичайних стендах та за допомогою конвеєрної лінії, і цим зафіксували для світу яскраву та драматичну картину досягнень Форда (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Мануфактурне та масове виробництво в складальному цеху: порівняння 1913 та 1914 рр.

Об'єкт складання	Пізнє мануфактурне вир-во, осінь 1913 р., хв.	Масове вир-во, весна 1914 р., хв.	Зменшення затрат, %
Двигун	594	226	62
Магнето	20	5	75
Вісь	150	26,5	83
Цілісний автомобіль з основних деталей	750	93	88

Примітка: «Пізнє мануфактурне виробництво» вже мало багато ознак масового, зокрема взаємозамінні деталі та хвилинний поділ робочих операцій. Ключовою зміною між 1913 та 1914 рр. був перехід зі стаціонарного до рухомого складання.

Джерело: Підраховано авторами за даними, отриманими з David A. Hounshell, *From the American System to Mass Production, 1800–1932*, Baltimore: John Hopkins University Press, 1984, pp. 248, 254, 255 and 256. Дані Хауншела базуються на матеріалах журналістів Horace Arnold, Fay Faurote, *Ford Methods and the Ford Shops*, New York: Engineering Magazine, 1915.

Високі показники покращення продуктивності привернули увагу та розбурхали уяву інших автовиробників. Конкуренти Форда збагнули, що він зробив фантастичне відкриття: його нова технологія знизила потребу в капіталі. Конвеєрна лінія в Гайленд-Парку коштувала Форду дуже дешево — менш ніж 3 500 доларів⁶, а продуктивність виробництва виросла на-

⁶ На капітальне обладнання складального цеху в Гайленд-Парку в 1919 р. пішло тільки 3 490 доларів (Lewchuk, *American Technology*, p. 49).

стілки, що зекономлені на зберіганні запасів деталей кошти з лишком перекидали цю мізерну інвестицію.

(Рухома стрічка Форда складалася з двох смуг металевих пластин, по одній під колесами з обох боків автомобіля, і простягалася вздовж усього заводу. Наприкінці стрічки пластини, прикріплені до паска, заходили під підлогу та поверталися на початок. Цей пристрій чимось нагадує довгі гумові стрічки, встановлені для пересування пасажирів у деяких аеропортах. Оскільки Форду були потрібні тільки паси та електродвигуни, щоб їх рухати, його затрати були мінімальними.)

Ще більш дивовижно те, що винахід Форда паралельно скоротив кількість людських зусиль, потрібних для складання авто. Крім того, чим більше автомобілів сходило з конвеєрів Форда, тим дешевше обходилася кожна одиниця. «Форд Модел Ті», вперше випущена в 1908 р., повністю складалася з взаємозамінних деталей і коштувала менше, ніж конкурентні моделі. На момент, коли Форд вийшов на максимальні обсяги виробництва, — 2 мільйони ідентичних транспортних засобів на рік на початку 1920-х рр., — він скоротив ціну для споживача на дві третини⁷.

Щоб достукатися до своєї цільової аудиторії середньостатистичних споживачів, Форд зробив автомобіль простим у керуванні та обслуговуванні. Він припустив, що цю модель купуватимуть фермери зі скромним набором ремонтних інструментів та базовими навиками ремонту сільськогосподарських машин. У посібнику користувача для «Модел Ті», який був складений у формі запитань та відповідей, на 64 сторінках розповідалося, як за допомогою простих інструментів власники можуть вирішити будь-яку із 140 можливих проблем з їхнім автомобілем.

⁷ Уміння Форда знижувати ціну на прикладі «Модел Ті» описане в William Abernathy, *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1978, p. 33.