



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91872 (13) C2

(51) МПК (2009)

B05D 1/00

B05D 3/00

B05D 7/00

B05C 9/00

B27N 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ТА СИСТЕМА ВИРОБНИЦТВА ШАРУВАТИХ ПІДКЛАДОК (ВАРІАНТИ)

1

(21) a200803284  
(22) 17.08.2006  
(24) 10.09.2010  
(86) PCT/SE2006/000953, 17.08.2006  
(31) 05107603.2  
(32) 18.08.2005  
(33) EP  
(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.  
(72) ДЖОНССОН БО, SE, ЕНГСТРЕМ Б'ЕРН, SE,  
ГРОТАЕ МОРГАН, SE  
(73) АКЦО НОБЕЛЬ КОАТИНГС ІНТЕРНЕТНЛ Б.В.,  
NL  
(56) UA 55076, 17.03.2003  
EP 0947253, 06.10.1999  
WO 2004094947, 04.11.2004  
DE 3015679, 13.11.1980  
US 2003024640, 06.02.2003  
(57) 1. Спосіб керування процесом виробництва шаруваті підкладки (12), що включає стадії нанесення (30) отверджувача на згадану підкладку (12); нанесення смоли на згадану підкладку (12); і транспортування згаданої підкладки (12) до преса (20) за допомогою транспортувального засобу (14), де на етапі пресування на згадану підкладку (12) наносять (38) щонайменше один шар з тим, щоб сформувати шарувату підкладку, причому згаданий спосіб додатково включає етапи: збирання (32) щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на першій стадії процесу з використанням першого вимірювального засобу (24), причому згадана перша стадія процесу розташовується вище за ходом відносно згаданого етапу пресування в напрямку (А) поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14); збирання (34) щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на другій стадії процесу з використанням другого вимірювального засобу (26), причому згадана друга стадія процесу розташовується вище за ходом відносно згаданого етапу пресування і нижче за ходом відносно

2

згаданої першої стадії процесу в напрямку (А) поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14);

і керування (36) кількістю смоли, що підлягає нанесенню на підкладку (12) на згаданій стадії нанесення смоли під час згаданого процесу виробництва шаруватих підкладок, з використанням зібраних даних вимірювань із згаданої першої і другої стадій процесу і розрахованої градувальної моделі, причому згадана модель заснована на даних вимірювань підкладок, зібраних на згаданій першій і/або другій стадії процесу.

2. Спосіб за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що етап керування (36) включає в себе етап порівняння згаданих даних вимірювань підкладки, зібраних на згаданій першій і другій стадіях процесу, з реперними даними згаданої розрахованої градувальної моделі під час виробництва шаруваті підкладки.

3. Спосіб за пунктом 1 або 2, який **відрізняється** тим, що згадана перша стадія процесу розташовується вище за ходом відносно згаданої стадії нанесення (30) отверджувача на згадану підкладку (12).

4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що згадана друга стадія процесу розташовується нижче за ходом відносно згаданої стадії нанесення смоли на згадану підкладку (12).

5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково включає в себе етапи:

одержання даних, що належать до дозування отверджувача, який наноситься на підкладку під час виробництва шаруваті підкладки;

і використання згаданих даних про дозування отверджувача на згаданому етапі керування (36).

6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково включає в себе етапи:

одержання даних, що належать до лінійної швидкості згаданого конвеєра під час виробництва шаруваті підкладки;

(19) UA (11) 91872 (13) C2

і використання згаданих даних про лінійну швидкість на згаданому етапі керування (36).

7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що згадану градувальну модель розраховують за допомогою багатовимірного аналізу.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково включає в себе етапи:

збирання даних вимірювань випробувальних зразків підкладки на згаданій першій стадії процесу;

зведення зібраних на згаданій першій стадії процесу даних вимірювань згаданих випробувальних зразків в щонайменше одну матрицю;

розрахунку першої субмоделі для згаданої першої стадії процесу з використанням багатовимірного аналізу;

і одержання, на другій стадії процесу з щонайменше першої стадії процесу, інформації, що належить до багатовимірної субмоделі, розрахованої щонайменше для згаданої першої стадії процесу.

9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що згадані дані вимірювань збирають за допомогою спектрометричного методу і/або з технологічних змінних.

10. Спосіб за пунктом 9, який **відрізняється** тим, що згаданий спектрометричний метод використовує ультрафіолетове, інфрачервоне, ближнє інфрачервоне або видиме світло.

11. Система (10) керування процесом виробництва шаруватої підкладки (12), яка включає засіб (16) нанесення отверджувача на згадану підкладку; засіб (18) нанесення смоли на згадану підкладку;

і транспортувальний засіб (14), пристосований для поступального переміщення згаданої підкладки (12) до пресувального засобу (20), пристосованого для нанесення щонайменше одного шару на згадану підкладку (12) з тим, щоб сформувані шарувату підкладку, причому згадана система додатково включає:

перший вимірювальний засіб (24), пристосований для збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на першій стадії процесу, причому згаданий перший вимірювальний засіб (24) розташовується вище за ходом відносно згаданого пресувального засобу (20) в напрямку (А) поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14); другий вимірювальний засіб (26), пристосований для збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на другій стадії процесу, причому згаданий другий вимірювальний засіб (26) розташовується вище за ходом відносно згаданого пресувального засобу (20) і нижче за ходом відносно згаданого першого вимірювального засобу (24) в напрямку (А) поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14);

і засіб (28) керування, сполучений із згаданими першим і другим вимірювальними засобами (24, 26) і пристосований для керування згаданим засобом (18) нанесення смоли з тим, щоб визначати кількість смоли, що підлягає нанесенню на підкладку під час згаданого процесу вироб-

ництва шаруватої підкладки, з використанням зібраних даних вимірювань із згаданої першої і другої стадії процесу і розрахованої градувальної моделі, причому згадана модель заснована на даних вимірювань підкладки, зібраних на згаданій першій і/або другій стадії процесу.

12. Система за пунктом 11, яка **відрізняється** тим, що згаданий засіб (28) керування пристосований для порівняння згаданих даних вимірювань, зібраних з підкладки на згаданих першій і другій стадіях процесу, з реперними даними згаданої розрахованої градувальної моделі під час виробництва шаруватої підкладки.

13. Система за пунктом 11 або 12, яка **відрізняється** тим, що згаданий перший вимірювальний засіб (24) розташовується вище за ходом відносно згаданого засобу (16) нанесення отверджувача.

14. Система за будь-яким з попередніх пунктів 11-13, яка **відрізняється** тим, що згаданий другий вимірювальний засіб (26) розташовується нижче за ходом відносно згаданого засобу (18) нанесення смоли.

15. Система за будь-яким з попередніх пунктів 11-14, яка **відрізняється** тим, що згаданий перший вимірювальний засіб (24) являє собою датчик, пристосований для збирання даних за допомогою спектрометричного методу.

16. Система за будь-яким з попередніх пунктів 11-15, яка **відрізняється** тим, що згаданий другий вимірювальний засіб (26) являє собою датчик, пристосований для збирання даних за допомогою спектрометричного методу.

17. Система (10) керування процесом виробництва шаруватої підкладки (12) на технологічній лінії, причому згадана технологічна лінія включає засіб (16) нанесення отверджувача на згадану підкладку; засіб (18) нанесення смоли на згадану підкладку;

і транспортувальний засіб (14), пристосований для поступального переміщення згаданої підкладки (12) до пресувального засобу (20), пристосованого для нанесення щонайменше одного шару на згадану підкладку (12) з тим, щоб сформувані шарувату підкладку, причому згадана система додатково включає:

перший вимірювальний засіб (24), пристосований для збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на першій стадії процесу, причому згаданий перший вимірювальний засіб (24) розташовується вище за ходом відносно згаданого пресувального засобу (20) в напрямку поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14); другий вимірювальний засіб (26), пристосований для збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів згаданої підкладки (12), на другій стадії процесу, причому згаданий другий вимірювальний засіб (26) розташовується вище за ходом відносно згаданого пресувального засобу (20) і нижче за ходом відносно згаданого першого вимірювального засобу (24) в напрямку поступального переміщення згаданого транспортувального засобу (14);

і засіб (28) керування, сполучений із згаданими першим і другим вимірювальними засобами

(24, 26) і пристосований для керування згаданим засобом нанесення смоли з тим, щоб визначати кількість смоли, що підлягає нанесенню на підкладку (12) під час згаданого процесу виробництва шаруватої підкладки, з використанням зібраних даних вимірювань із згаданої першої і другої стадії процесу і розрахованої градуальної моделі, причому згадана модель заснована на даних ви-

мірювань підкладок, зібраних на згаданих першій і/або другій стадії процесу.

18. Система за пунктом 17, яка **відрізняється** тим, що згадана система виконана відповідно до будь-якого з попередніх пунктів 11-16.

19. Зчитуваний комп'ютером носій, який містить команди для змушення комп'ютера виконувати спосіб за будь-яким з попередніх пунктів 1-10.

Даний винахід належить загалом до виробництва шаруватих підкладок, а, зокрема, до способу і системи контролю або регулювання нанесення смоли у виробництві шаруватих підкладок, включаючи шаруваті вироби на деревній основі.

Передумови винаходу

Шаруваті підкладки, такі як шаруваті вироби на деревній основі, звичайно виготовляють шляхом покривання підкладки, такої як плита, яким-небудь шаром. Придатні плити включають, наприклад, деревностружкові плити, деревноволокнисті плити середньої щільності, фанеру, вафельні плити, орієнтовано-стружкові плити (ОСП), тверді деревноволокнисті плити. Згаданий шар може бути нанесений на плиту шляхом фанерування, настилання або облицювання плівкою з тим, щоб виготовити, наприклад, ламіновану папером деревностружкову плиту, ламінатне покриття підлоги, паркетне покриття підлоги, клеєну багатошарову фанеру середньої щільності (MDO), опалубкову дошку, фанеровану плиту і т. п. При нанесенні цього шару може бути використаний ряд різних пристроїв нанесення смоли, включаючи пристрої нанесення покриттів валиком, пристрої нанесення покриттів поливом, екструдери, розбризкувачі і т. д.

Однак проблема, з якою стикаються при виробництві шаруватих виробів на деревній основі, незалежно від технології або обладнання, застосовуваних для нанесення смоли, полягає у визначенні дозування смоли, що підлягає нанесенню на конкретну плиту, а також в підтриманні бажаного дозування смоли. Необхідне або правильне дозування смоли може значною мірою варіюватися між різними плитами, навіть в межах однієї і тієї ж партії виробів, внаслідок непостійності властивостей або характеристик серед різних плит, таких як частинки деревини в плиті, вологовміст, розмір частинок в поверхневому шарі, щільність плити, кількість карбамідоформальдегідної смоли в поверхневому шарі, змінна міра проникнення смоли в підкладку і т. д. Інші фактори можуть бути пов'язані з технологічною лінією, включаючи лінійну швидкість конвеєра, дозування отверджувача, товщину плити і т. д. Крім того, зміни можуть відбуватися і в самій смолі.

Такі змінні властивості або характеристики плит і/або зумовлені технологічною лінією фактори можуть в результаті привести до нерівномірного нанесення смоли на плити. Крім того, вони можуть викликати передозування смоли, яка, в свою чергу, може привести до більш високих витрат (внаслідок того факту, що використовується невинновано велика кількість смоли), спотворень волокон, таких як розпрямлення волокон в поверхневому

шарі підкладки, що обумовлює нерівну поверхню плити, яка, в свою чергу, може приводити до так званого ефекту «апельсинової кірки». Більше того, передозування, серед іншого, може мати результатом знебарвлення покритої поверхні і утворення пазирів на поверхні розділу підкладка-шар. Недостатнє дозування смоли також являє собою серйозну проблему, яка, наприклад, може вести до того, що нанесений шар відшаровується від плити. Тому є суттєвим, щоб дозування смоли було точно відрегульоване з урахуванням цих мінливих властивостей конкретної плити, змінних характеристик технологічної лінії і/або самої смоли, і т. д.

Ще один важливий параметр у виробництві шаруватих підкладок полягає в проникненні смоли в ці підкладки, що тісно пов'язане з наявністю пір в підкладці. Явище проникнення смоли є суттєвим для якості шаруватого виробу. Це зумовлене тим фактом, що та кількість нанесеної смоли, яка увірвалася в підкладки, не бере участь в клейовому з'єднанні в процесі склеювання продукту, що, зрозуміло, залежить від глибини проникнення. Проникнення в підкладку типу деревностружкової плити може бути пов'язане з такими параметрами, як вологовміст, гідрофобні властивості поверхні підкладки, наявність пір в макроскопічному масштабі через відстань між частками тирси, що утворюють поверхню плити, але також і в мікроскопічному масштабі через наявність каналів в смолі, облямовані пори і просвіти трахейд в самому матеріалі деревини. Наявність пір в деревностружковій плиті тісно пов'язана з проникністю деревностружкової плити. Проникність вимірюється простим вимірюванням проходження повітря через плиту. Інші аналітичні методи, які можуть потенційно мати можливість вимірювання пов'язаних з проникненням відгуків, являють собою аналіз крайового кута змочування в статичному і динамічному режимах.

WO 2004/094947 на ім'я Мбаху (Mbachu) і інших розкриває спосіб спектроскопічного контролю нанесення смоли на листи фанерованої деревини під час переміщення по складальній лінії. Спектроскопічне обладнання для контролю за нанесеною смолою градується шляхом вимірювань попередньо встановленого нанесення смоли на контрольно-випробувальні зразки з тим, щоб представити попередньо заданий взаємозв'язок, який дозволяє контролювати нанесену смолу в процесі промислового виробництва фанерованої деревної продукції з використанням спектра у видимій області і ближній інфрачервоній області, що тягнеться до 2500 нм. Спектроскопічне вимірювання виконується безпосередньо після пристрою нанесення смоли за допомогою датчика, викона-

ного з можливістю вибору довжин хвиль електромагнітного випромінювання в межах вищезазначеного діапазону. Однак, спосіб згідно з WO 2004/094947 на ім'я Мбаху і інших не враховує такі ефекти, як, наприклад, міра проникнення смоли в підкладку.

Крім того, вологовміст підкладки може варіюватися між різними підкладками. Оскільки використовується смола, наприклад, карбамідформальдегідна (КФ) або фенолформальдегідна (ФФ), також містить воду, існує значний ризик перешкод від води (в смолі і в підкладці) в БІЧ-спектрах (спектрах в ближній інфрачервоній області), коли нанесення смоли вимірюється з використанням способів, розкритих в WO 2004/094947 на ім'я Мбаху і інших.

Більше того, підкладки також можуть містити деякі кількості вже введеної КФ смоли в поверхневому шарі, які в доповнення можуть мінятися між різними підкладками. Це може вносити помилки в БІЧ-спектри, коли нанесення смоли вимірюється з використанням способів, розкритих в WO 2004/094947 на ім'я Мбаху і інших.

Таким чином, існує необхідність у вдосконалих способі і системі контролю або регулювання, або відстеження параметрів, наприклад, дозування смоли або проникності підкладок, у виробництві шаруватих підкладок, таких як шаруваті вироби на деревній основі.

Короткий опис винаходу

Задача даного винаходу полягає в тому, щоб надати вдосконалені спосіб і систему контролю або регулювання параметрів (керування ними), наприклад, дозування смоли або проникності підкладок, у виробництві шаруватих підкладок, таких як шаруваті вироби (продукція) на деревній основі.

Ще одна задача даного винаходу полягає в тому, щоб надати вдосконалені спосіб і систему контролю або регулювання нанесення смоли у виробництві шаруватих підкладок, таких як шаруваті вироби на деревній основі, відносно точності дозування смоли.

Ці і інші задачі вирішуються даним винаходом шляхом надання способу, системи, зчитуваного комп'ютером носія і комп'ютерної програми, що мають ознаки, охарактеризовані в незалежних пунктах формули винаходу. Різні варіанти втілення охарактеризовані в залежних пунктах формули винаходу.

У контексті цієї заявки термін «підкладка» належить до панелі, такої як плита, включаючи, серед інших, деревностружкові плити (ДСП), деревноволокнисті плити (ДВП) середньої щільності, фанерні плити, вафельні плити, орієнтованостружкові плити (ОСП) і тверді деревноволокнисті плити.

У зв'язку з цією заявкою термін «шарувата підкладка» належить до підкладки, забезпеченої яким-небудь шаром за допомогою, серед інших, фанерування, настилання (нанесення настільного матеріалу) або облицювання плівкою.

Згідно з першим аспектом даного винаходу надається спосіб керування процесом виробництва шаруватої підкладки, що включає в себе етапи нанесення отверджувача на підкладку; нанесення смоли на підкладку; і транспортування підкладки

до преса за допомогою транспортувального засобу, де на етапі пресування на підкладку наноситься щонайменше один шар з тим, щоб сформувати шарувату підкладку. Спосіб додатково включає в себе етапи: збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, на першій стадії процесу з використанням першого вимірювального засобу, причому ця перша стадія процесу розташовується вище за ходом відносно етапу пресування в напрямі поступального переміщення транспортувального засобу; збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, на другій стадії процесу з використанням другого вимірювального засобу, причому ця друга стадія процесу розташовується вище за ходом відносно етапу пресування і нижче за ходом відносно першої стадії процесу в напрямі поступального переміщення транспортувального засобу; і керування кількістю смоли, що підлягає нанесенню на підкладку на етапі нанесення смоли під час процесу виробництва шаруватих підкладок, з використанням зібраних даних вимірювань з першої і другої стадій процесу і розрахованої градуальної моделі, причому ця модель заснована на даних вимірювань підкладок, зібраних на першій і/або другій стадії процесу.

Згідно з другим аспектом даного винаходу надається система керування процесом виробництва шаруватої підкладки, такої як шарувата підкладка на деревній основі, причому ця система включає в себе засіб нанесення отверджувача на підкладку; засіб нанесення смоли на підкладку; і транспортувальний засіб, пристосований для поступального переміщення підкладки до пресувального засобу, пристосованого для нанесення щонайменше одного шару на підкладку з тим, щоб сформувати шарувату підкладку. Система додатково включає в себе перший вимірювальний засіб, пристосований для збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, на першій стадії процесу, причому цей перший вимірювальний засіб розташовується вище за ходом відносно пресувального засобу в напрямі поступального переміщення транспортувального засобу; другий вимірювальний засіб, пристосований для збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, на другій стадії процесу, причому цей другий вимірювальний засіб розташовується вище за ходом відносно пресувального засобу і нижче за ходом відносно першого вимірювального засобу в напрямі поступального переміщення транспортувального засобу; і засіб керування, сполучений з першим і другим вимірювальними засобами і пристосований для керування засобом нанесення смоли з тим, щоб визначати кількість смоли, що підлягає нанесенню на підкладку під час процесу виробництва шаруватої підкладки, з використанням зібраних даних вимірювань з першої і другої стадій процесу і розрахованої градуальної моделі, причому ця модель заснована на даних вимірювань підкладок, зібраних на першій і/або другій стадії процесу.

Згідно з третім аспектом даного винаходу надається комп'ютерна програма для системи згідно

з другим аспектом даного винаходу. Програма включає в себе програмні команди, які, будучи виконуваними в засобі керування цієї системи, примушують засіб керування виконувати етапи способу за винаходом.

Згідно з четвертим аспектом даного винаходу надається комп'ютерний програмний продукт, що включає в себе зчитуваний комп'ютером носій і комп'ютерну програму згідно з третім аспектом, причому ця комп'ютерна програма зберігається на цьому зчитуваному комп'ютером носії.

Таким чином, даний винахід засновується на розумінні того, що ефект проникнення смоли в підкладку є суттєвим при визначенні нанесення смоли (дозуванні смоли) внаслідок того факту, що кількість смоли, що увібралася в підкладку, не бере участі в клейовому з'єднанні в процесі склеювання продукту (залежно від глибини проникнення). Проникнення смоли в підкладку, таку як деревностружкова плита, могло бути пов'язане з такими параметрами, як вологовміст, гідрофобні властивості поверхні підкладки і т.д. Більше того, винахід також засновується на розумінні того, що ці властивості можуть бути оцінені кількісно за допомогою спектроскопії з використанням вимірювальних датчиків, розташованих на щонайменше двох спеціальних стадіях процесу вздовж технологічної лінії для виробництва шаруватих підкладок. У зв'язку з цим, є можливість розробити градувальну модель, засновану на даних, зібраних на цих щонайменше двох стадіях процесу, здатну забезпечити високу передбачувальну здатність відносно, наприклад, дозування смоли. Даний винахід надає декілька переваг в порівнянні з традиційною технологією, розкритою в WO 2004/094947 на ім'я Мбаху і інших, в якій такі ефекти, як, наприклад, міра проникнення смоли в підкладку, не враховуються. Наприклад, даний винахід забезпечує високоточне і надійне керування нанесенням смоли, оскільки такі ефекти, як глибина проникнення, беруться до уваги в градувальній моделі.

Згідно з одним варіантом втілення даного винаходу перша стадія процесу, тобто перший вимірювальний засіб, розташовується вище за ходом відносно стадії нанесення отверджувача. У ході випробувань було знайдено, що це розташування першого вимірювального засобу забезпечує особливо корисні дані вимірювань для градувальної моделі, а також для керування дозуванням смоли під час процесу виробництва.

У одному варіанті втілення даного винаходу друга стадія процесу розташовується нижче за ходом відносно стадії нанесення смоли. У ході випробувань було знайдено, що це розташування другого вимірювального засобу забезпечує особливо корисні дані вимірювань для градувальної моделі, а також для керування дозуванням смоли під час процесу виробництва.

У ще одному варіанті втілення даного винаходу під час виробництва шаруватої підкладки збирають дані, що належать до дозування нанесеного на підкладку отверджувача, і ці дані про дозування отверджувача використовують при керуванні дозуванням смоли. Тому точність і надійність градувальної моделі, а також керування дозуванням

смоли під час процесу виробництва можуть бути ще більше поліпшені.

У ще одному варіанті втілення під час виробництва шаруватої підкладки збирають дані, що належать до лінійної швидкості конвеєра, і використовують їх при керуванні дозуванням смоли. Тому точність і надійність градувальної моделі, а також керування дозуванням смоли під час процесу виробництва можуть бути підвищені.

Згідно з іншими варіантами втілення даного винаходу можуть бути зібрані і використані при керуванні дозуванням смоли дані, що належать до технологічних змінних процесу, таких як температура і/або атмосферна вологість у виробничих приміщеннях, температура преса або вплив нагрівника.

Переважно, градувальну модель розраховують за допомогою багатовимірного аналізу. Згідно з варіантами втілення методи багатовимірного аналізу, які можуть бути використані у винаході, являють собою PLS, PCA або PCR. Крім того, нейронні мережі також являють собою технологію, яка може бути використана для розробки градувальної моделі.

Згідно з одним варіантом втілення даного винаходу градувальну модель розраховують відповідно до наступних етапів: дані вимірювань, зібрані на першій стадії процесу, зводять в щонайменше одну матрицю; з використанням багатовимірного аналізу розраховують першу субмодель для першої стадії процесу; і одержують, на другій стадії процесу з щонайменше першої стадії процесу, інформацію, що належить до багатовимірної субмоделі, розрахованої щонайменше для першої стадії процесу. Тим самим може бути одержана модель, що має більш високу міру передбачуваності, тобто дозування смоли, спрогнозоване за допомогою цієї моделі, демонструє більш високу міру точності і надійності. Це зумовлюється тим фактом, що варіації підкладки, наприклад, варіація вологовмісту або відмінності в питомому вмісті КФ смоли в поверхневому шарі підкладки, включають в першу субмодель і переносять у другу субмодель як головну (основну) компоненту моделі багатовимірного аналізу (таку як PCA або PLS модель). Використання головних компонент замість повного спектра знижує ризик перерегулювання і родинних проблем внаслідок багатьох некорельованих змінних і шуму в градувальній моделі.

Дані вимірювань можуть бути зібрані за допомогою спектроскопічних вимірювань, виконаних в ультрафіолетовому (УФ), інфрачервоному (ІЧ), ближньому інфрачервоному (БІЧ) спектрах або спектрі видимого світла (ВС), а переважно - в ближньому інфрачервоному (БІЧ) спектрі. У альтернативному варіанті втілення дані вимірювань можуть бути зібрані за допомогою ультразвуку.

Згідно з одним варіантом втілення даного винаходу градувальна модель використовується для контролю проникності підкладки.

Ознаки, які характеризують винахід як відносно організації, так і відносно способу експлуатації, разом з його подальшими задачами і перевагами, будуть більш зрозумілі з нижченаведеного опису, використаного в поєднанні з супровідними кресленнями. Потрібно чітко розуміти, що креслення

представлені з метою ілюстрації і опису і не призначені служити визначенням меж винаходу. Ці і інші задачі, що вирішуються даним винаходом, і надані даним винаходом переваги стануть більш очевидними по мірі прочитання нижченаведеного опису в поєднанні з супровідними кресленнями.

#### Докладний опис креслень

У нижченаведеному докладному описі винаходу будуть зроблені посилання на супровідні креслення, з яких

Фіг. 1 являє собою схематичний вигляд технологічної лінії для виробництва шаруватої підкладки, на якій може бути застосований даний винахід.

Фіг. 2 являє собою схематичний вигляд системи контролю нанесення смоли під час виробництва шаруватої підкладки на технологічній лінії, показаний на Фіг. 1, згідно з одним варіантом втілення даного винаходу.

Фіг. 3 являє собою схематичний вигляд системи контролю нанесення смоли під час виробництва шаруватої підкладки на технологічній лінії, показаний на Фіг. 1, згідно з ще одним варіантом втілення даного винаходу.

Фіг. 4 показує загальні принципи способу контролю нанесення смоли під час виробництва шаруватої підкладки на технологічній лінії, показаний на Фіг. 2 або Фіг. 3, згідно з варіантом втілення даного винаходу.

#### Опис переважних варіантів втілення.

З посиланням спочатку на Фіг. 1 буде описана технологічна лінія для виробництва шаруватої підкладки, на якій можуть бути використані система і спосіб згідно з даним винаходом.

Технологічна лінія 10 включає в себе засіб 16 нанесення отверджувача, пристосований для нанесення отверджувача на підкладку 12, наприклад, розподільник, засіб 18 нанесення смоли на підкладку, наприклад, розподільник смоли, і пресувальний засіб 20, такий як прес гарячого каландрування, пристосований для нанесення щонайменше одного шару на підкладку з тим, щоб сформувати шарувату підкладку. Однак, як розуміє фахівець, цей шар може бути нанесений на підкладку за допомогою, наприклад, настилення, фанерування або облицювання плівкою. Цей шар може бути, наприклад, з паперу, шпону або тканини. Більше того, потрібно також зазначити, що існує ряд інших відповідних пресувальних засобів на доповнення до преса гарячого каландрування, які потенційно включають в себе машину для плоского пресування, яка, однак, непридатна у випадку облицювання плівкою, або машину для холодного пресування.

Підкладки 12, такі як вироби на деревній основі у вигляді плит, транспортуються або конвеєрно переміщуються за допомогою транспортувального засобу 14 між різними стадіями процесу по технологічній лінії 10 в напрямку стрілки, позначеної буквою А. Між розподільником 16 отверджувача і розподільником 18 смоли розташовується нагрівник 22, який пристосований для нагрівання підкладки з тим, щоб висушити нанесений отверджувач. Переважно, нагрівник 22 являє собою інфрачервоний (ІЧ) нагрівник. Звичайно нижче за ходом відносно преса 20 гарячого каландрування розташовується пилка (не показана) для того, щоб роз-

різати підкладку на шматки, що мають бажаний розмір.

Звертаючись тепер до Фіг. 2, буде описана система контролю нанесення смоли під час виробництва шаруватої підкладки, встановлена на технологічній лінії, показаний на Фіг. 1, згідно з одним варіантом втілення даного винаходу. Перший вимірювальний засіб 24, пристосований для збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, розташовується на першій стадії процесу, яка в цьому варіанті втілення розташовується вище за ходом відносно преса 20 гарячого каландрування. Переважно, перший вимірювальний засіб розташовується вище за ходом відносно розподільника 16 отверджувача. Далі, другий вимірювальний засіб 26, пристосований для збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, розташовується на другій стадії процесу. У цьому варіанті втілення другий вимірювальний засіб 26 розташовується вище за ходом відносно преса 20 гарячого каландрування і нижче за ходом відносно першого вимірювального засобу 24. Переважно, другий вимірювальний засіб 26 розташовується між розподільником 18 смоли і пресом 20 гарячого каландрування.

Згідно з переважним варіантом втілення перший і другий вимірювальні засоби 24 і 26 являють собою спектроскопічні датчики, пристосовані випускати хвилі електромагнітного випромінювання в одному або більше діапазонах максимального поглинання нанесеною смолою і іншими компонентами, такими як волога, що міститься в матеріалі підкладки і в смолі. Зокрема, електромагнітне випромінювання існує у формі ультрафіолетового, інфрачервоного, ближнього інфрачервоного випромінювання або видимого світла. Якщо використовується випромінювання ближньої інфрачервоної області, то можуть бути застосовані так звані БІЧ-датчики.

Крім того, система включає в себе засіб 28 керування, що включає в себе засіб 27 обробки, сполучений з першим і другим вимірювальними засобами 24 і 26 відповідно. Засіб 28 керування керує тим, чи повинні бути активні, чи ні перший і другий вимірювальні засоби 24 і 26 відповідно, тобто тим, коли повинні бути проведені вимірювання. Крім того, засіб 28 керування включають в себе засіб 29 зберігання, що обмінюється інформацією з засобом 27 обробки через стандартну адресну/контрольну шину (не показана). Засіб 29 зберігання може включати в себе оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) і/або енергонезалежний запам'ятовуючий пристрій, такий як постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП). Як буде зрозуміло рядовим фахівцем в даній галузі техніки, засіб зберігання може включати в себе різні типи фізичних пристроїв для тимчасового і/або тривалого зберігання даних, які включають в себе твердотільні, магнітні, оптичні і комбіновані пристрої. Наприклад, засіб зберігання може бути реалізований з використанням одного або більше фізичних пристроїв, таких як динамічний ОЗП (DRAM), програмований ПЗП (PROMS або ППЗП), стираний ПЗП (EPROMS або СППЗП), електрон-

но стираний ППЗП (EEPROMS або ЕСПЗП), флеш-пам'ять і т. п. Засіб 29 зберігання може додатково включати в себе комп'ютерну програму 21, що містить команди для змушення комп'ютера виконувати етапи способу відповідно до даного винаходу.

Засіб 28 керування також пристосований для керування розподільником 18 смоли з тим, щоб визначати кількість смоли, що підлягає нанесенню на підкладку під час процесу виробництва шаруватої підкладки. Це керування розподільником 18 смоли виконується з використанням зібраних даних вимірювань, які можуть зберігатися в засобі 29 зберігання, від першого і/або другого вимірювальних засобів 24 і 26 відповідно і розрахованої градувальної моделі, яка може зберігатися в засобі 29 зберігання. Переважно, ця градувальна модель засновується на даних вимірювань підкладок, зібраних на першій і/або другій стадії процесу.

Згідно з альтернативним варіантом втілення даного винаходу, при розрахунку градувальної моделі можуть бути використані дані вимірювань відносно дозування отверджувача, що наноситься, і лінійної швидкості переміщення конвеєра 14. Ці дані вимірювань можуть бути одержані за допомогою пристрою 30 вимірювання дозування отверджувача і датчика 32 лінійної швидкості. Однак, використання інтеграції технологічних сигналів у винаході не обмежується дозуванням отверджувача і лінійною швидкістю, як розуміє фахівець в даній галузі техніки, і для цієї мети можуть бути використані і інші сигнали з цього процесу. Такі сигнали включають в себе температуру і/або атмосферну вологість у виробничих приміщеннях, температуру преса або вплив нагрівника.

З посиланням на Фіг. 3 показаний альтернативний варіант втілення даного винаходу. Частина або пристрої, показані на Фіг. 2 і 3, що мають схожу або подібну функцію або функції, будуть позначені однаковими посилальними номерами. У цьому варіанті втілення перший вимірювальний засіб 24, пристосований для збирання щонайменше одного першого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, розташований поміщенням нижче за ходом відносно розподільника 16 отверджувача. Крім того, другий вимірювальний засіб 26, пристосований для збирання щонайменше одного другого набору даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, розташовується між розподільником 18 смоли і пресом 20 гарячого каландрування. Функція і розташування інших пристроїв і частин, таких як засіб 28 керування, є такими ж, як у варіанті втілення, показаному на Фіг. 2, і тому їх опис в зв'язку з цим варіантом втілення опущений.

Звертаючись тепер до Фіг. 4, будуть описані загальні принципи способу керування процесом виробництва шаруватої підкладки згідно з даним винаходом. Різні етапи будуть тепер описані в порядку ходу виробничого процесу (тобто, в напрямку транспортування конвеєра 14, який показаний стрілкою А). Спочатку, на етапі 30, отверджувач наноситься на підкладку розподільником 16 отверджувача. Потім, на етапі 32, щонайменше один перший набір даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, збирають на першій стадії

процесу з використанням першого вимірювального засобу 24, який, як указано вище, переважно являє собою БІЧ-датчик, пристосований працювати на довжинах хвиль в межах діапазону 400-2500 нм. Ці дані вимірювань передають засобу 28 керування для використання при визначенні дозування смоли на основі градувальної моделі. У одному варіанті втілення перший БІЧ-датчик 24 розташовується вище за ходом відносно розподільника 16 отверджувача. Після цього, на етапі 34, щонайменше один другий набір даних вимірювань, що належать до параметрів підкладки, збирають на другій стадії процесу з використанням другого вимірювального засобу 26, який, як указано вище, переважно являє собою БІЧ-датчик, пристосований працювати на довжинах хвиль в межах діапазону 400-2500 нм. Ці дані вимірювань передають засобу 28 керування для використання при визначенні дозування смоли на основі градувальної моделі. У одному варіанті втілення другий БІЧ-датчик 26 розташовується вище за ходом відносно преса 20 гарячого каландрування і нижче за ходом відносно розподільника 18 смоли. Потім, на етапі 36, керують кількістю смоли, що наноситься на підкладку, з використанням зібраних даних вимірювань від першого і другого БІЧ-датчиків 24 і 26 відповідно і розрахованої градувальної моделі. Градувальна модель, як указано вище і як буде більш детально описано нижче, засновується на даних вимірювань підкладок, зібраних першим і другим БІЧ-датчиками 24 і 26 відповідно.

Переважно, дані вимірювань підкладки, зібрані на першій стадії процесу, тобто першим БІЧ-датчиком 24, і на другій стадії процесу, тобто другим БІЧ-датчиком 26, під час виробничого процесу, порівнюють в засобі 28 керування з реперними даними з розрахованої градувальної моделі під час виробництва шаруватої підкладки з тим, щоб скоректувати дозування смоли за властивостями конкретної підкладки в процесі.

Нарешті, на етапі 38, підкладку поступально переміщують до преса 20 гарячого каландрування, де на підкладку наноситься щонайменше один шар з тим, щоб сформувати шарувату підкладку.

Як указано вище, при розрахунку градувальної моделі використовують дані, що належать до дозування отверджувача, що наноситься на виробувальні зразки підкладки, і дані, що належать до лінійної швидкості конвеєрного засобу 14.

Розробка градувальної моделі.

Методика БІЧ-спектроскопії в останні роки набула широке визнання як потужний діагностичний інструмент, особливо для цілей забезпечення контролю поточного виробничого процесу в жорстких промислових умовах (Antti et al., Journal of Chemometrics, 10, 591-603 (1996), Pope J. M., "Near-infrared Spectroscopy of Wood Products" (1995), Connors T.E. and Banerjee S., Ed., "Surface Analysis of Paper", 142-151). Звичайно при БІЧ-спектроскопії використовуються довжини хвиль від 400 до 2500 нм. Фундаментальні принципи БІЧ-спектроскопії були узагальнені у величезній кількості статей, наприклад, в Barton Spectroscopy Europe 14, No. 1, 12-18 (2002). Однією з головних передумов успіху БІЧ-спектроскопії є розробка методів багатовимірного аналізу, які зробили мож-

ливою обробку колосальної кількості даних, одержаних при таких БІЧ-вимірюваннях, наприклад, аналіз головних компонент (PCA) і метод проєкції частинних найменших квадратів на латентні структури (PLS), див. серед інших, P. Geladi "Partial least-Squares Regression: A tutorial", Anal. Chim. Acta, 185, 1-32 (1986). Ще одним методом може бути регресія на головні компоненти (PCR). У останні роки були розроблені і інші технології, придатні для обробки великих масивів даних, такі як нейронні мережі.

Аналіз головних компонент (PCA).

Методом PCA набір корельованих змінних стискають в менший набір некорельованих змінних. Це перетворення полягає в повороті координатної системи, що приводить до вибудовування інформації на меншому числі осей, ніж при вихідному розміщенні. Тим самим змінні, які є висококорельованими одна з одною, обробляються як єдине ціле. Тому, при використанні методу PCA, стає можливим одержати малий набір некорельованих змінних, який все ще представляє більшу частину тієї інформації, яка була представлена у вихідному наборі змінних, але набагато простіше використовується в моделях. Загалом, від 2 до 15 головних компонент будуть охоплювати від 85% до 98% відхилень змінних.

Метод проєкцій частинних найменших квадратів на латентні структури (PLS).

PLS являє собою моделюючий і обчислювальний метод, яким можуть бути встановлені кількісні співвідношення між блоками змінних, наприклад, блоком даних дескриптора (спектри) для серії зразків і блоком даних відгуку, виміряних на цих зразках. За допомогою кількісного співвідношення між блоками можливо ввести спектральні дані для нового зразка в дескрипторний блок і зробити прогнози очікуваного відгуку. Одна величезна перевага цього методу полягає в тому, що результати можуть бути оцінені графічно за допомогою різноманітних графіків. У багатьох випадках візуальні інтерпретації графіка є достатніми для досягнення хорошого розуміння різних співвідношень між змінними. Метод засновується на проєкціях, схожих з PCA. Метод PLS детально розкритий в Carlsson R., "Design and optimization in organic synthesis" і B.G.M. Vandeginste, O.M. Kvalheim, Eds., "Data handling in science and Technology", (Elsevier, 1992), том 8.

Регресія на головні компоненти (PCR).

Метод PCR тісно пов'язаний з методами PCA і PLS. Як і в PCA, кожний об'єкт в дескрипторному блоці проєцирується на підпростір меншої розмірності, даючи графіки рахунків і навантажень. Ці рахунки потім регресуються відносно блока відгуку в методиці найменших квадратів, приводячи до регресійної моделі, яка може бути використана для прогнозу невідомих зразків. Така ж модельна статистика, як і в PCA і PLS, може бути використана для перевірки достовірності моделі.

Методи PCA, PLS, і PCR докладно описані в роботі P. Geladi "Partial least - Squares Regression: A tutorial", Anal. Chim. Acta, 185, 1-32 (1986).

Ієрархічне і послідовне моделювання.

Ієрархічне моделювання являє собою метод, де рахунки і/або залишки з однієї моделі викорис-

товуються як змінні в іншій моделі. Метод описаний автором S. Wold і колегами в роботі "Hierarchical multiblocks PLS and PC models for easier model interpretation and as an alternative to variable selection", Journal of Chemometrics, том 10, стор. 463-482 (1996).

Ці методи далі розвинуті автором S. Wold в WO 2004/003671 A1, що описує спосіб застосування в промисловому процесі, який включає в себе перший субпроцес і другий субпроцес, розташовані в технологічному ланцюжку, що включає в себе, для другого субпроцесу, етапи збирання даних і розрахунку багатовимірної субмоделі, заснованої на зібраних даних, причому згаданий спосіб характеризується етапами одержання в першому субпроцесі з другого субпроцесу інформації, що належить до багатовимірної субмоделі, розрахованої для другого субпроцесу, збирання даних, що належить до першого субпроцесу, і розрахунку багатовимірної субмоделі для першого субпроцесу, заснованої на зібраних даних і одержаній інформації.

Нейронні мережі.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) являють собою математичні описи того, що відомо про фізичну структуру і механізм біологічного навчання і знання (J. Zupan, J. Gasteiger, Anal. Chim. Acta, 248 (1991) 1-30). ШНМ може бути використана для прогнозування і передбачення вихідних значень і для виявлення тенденцій.

Приклад: Прогноз дозування смоли.

Згідно з першим прикладом перший БІЧ-прилад або датчик 24 був розташований вище за ходом відносно розподільника 16 отверджувача, а другий БІЧ-прилад або датчик 26 був розташований вище за ходом відносно валка 20 гарячого каландрування і нижче за ходом відносно розподільника 20 смоли, як схематично показано на Фіг. 2. У цьому прикладі обидва прилади були типу діодної матриці, працюючої на 900-1700 нм. Звичайно, можуть бути також використані прилади, працюючі, наприклад, на 400-2500 нм. Однак, порівняльні випробування серед приладів, працюючих на довжинах хвиль між 900 і 1700 нм, і приладів, працюючих на довжинах хвиль між 400 і 2500 нм, показали схожі результати. Робота приладів 24, 26 була синхронізована з тим, щоб забезпечити можливість знімати спектри з одного і того ж випробувального зразка плити в двох точках вимірювання або стадіях процесу. Наступні змінні: тип плити (два різних виробники), дозування отверджувача (5-15 г/м<sup>2</sup>), лінійна швидкість (12-19 м/хв.) і нанесення смоли (карбамідоформальдегідна смола UF 1205 від фірми Casco Adhesives AB, 45-70 г/м<sup>2</sup>), варіювали згідно з експериментальним планом 2<sup>4</sup> з трьома центральними точками. Вимірювання реального дозування смоли були проведені гравіметричним аналізом на випробувальних плитах до і після нанесення смоли. У цьому випадку були використані PLS моделі для прогнозу дозування смоли. PLS моделі були побудовані з використанням різних стратегій моделювання згідно з таблицею 1. Навчальний набір складався з чотирьох вимірювань кожного ствердження згідно з експериментальним планом. Для оцінки ефективності моделі були використані середньоквадратичні по-



милки прогнозу (RMSEP) для випробувального набору. R2 являє собою кумулятивну суму квадратів передбаченого дозування смоли, пояснену витягнутими компонентами. Q2 являє собою частку загальної варіації дозування смоли, яка може бути

передбачена витягнутими компонентами, як оцінено перехресною перевіркою. При перехресній перевірці частина даних залишалася поза розробкою моделі і була потім передбачена по моделі і порівняна з реальними величинами.

Таблиця 1

X-блок моделі	PLS-компоненти	R2	Q2	RMSEP
A	6	0,84669	0,82552	3,24
B	8	0,88090	0,842141	3,53
C	8	0,87076	0,816739	2,73
D	8	0,85321	0,827376	2,78
E	11	0,87899	0,812446	2,32

Стратегії моделювання були наступними:

А) Тільки БІЧ-датчик нижче за ходом відносно розподільника смоли. Дані вимірювань містять величини поглинання на 128 довжинах хвиль між 900 і 1700 нм від 44 випробувальних плит.

В) Були використані обидва БІЧ-датчики. Дані вимірювань містять величини поглинання на 128 довжинах хвиль між 900 і 1700 нм від 44 випробувальних плит.

С) Були використані обидва БІЧ-датчики. Дані вимірювань містять величини поглинання на 128 довжинах хвиль між 900 і 1700 нм від 44 випробувальних плит. Результати в таблиці 1 містять спектральні дані від БІЧ-датчика нижче за ходом відносно розподільника смоли і величини рахунків для кожної плити з двох головних компонент PCA-аналізу спектральних даних від БІЧ-датчика, розташованого вище за ходом відносно розподільника отверджувача.

Д) Як в моделі А, включаючи реальну лінійну швидкість і дозування отверджувача для кожної плити.

Е) Як в моделі С, включаючи реальну лінійну швидкість і дозування отверджувача для кожної плити.

Вищенаведені результати ясно демонструють перевагу введення спектроскопічної інформації від першого БІЧ-датчика як рахунків з PCA-аналізу. Однак, як альтернатива, міг бути використаний і PLS-аналіз замість PCA-аналізу спектральних даних від першого БІЧ-датчика.

Модель С перевершує моделі А і В при порівнянні RMSEP, а модель Е перевершує модель D. Модель Е показує найкращу сукупну передбачувальну здатність серед порівнюваних моделей.

Приклад: Прогноз проникності.

Деревностружкові плити з різними характеристиками були виготовлені відповідно до експериментального плану, де щільність плит, відносна кількість поверхневих стружок і молярне співвідношення між формальдегідом і сечовиною в карбамідоформальдегідній смолі варіювалися згідно з планом 2<sup>3</sup>. Плити були проаналізовані з використанням БІЧ-спектроскопії в діапазоні довжин хвиль 410-2250 нм на обертових плитах, і була визначена проникність повітря крізь плити. Моделювання спектроскопічних даних з використанням PLS з проникністю як відгуком дало восьмикомпонентну модель, що описує 75,1% варіацій проникності. Таким чином, вищенаведені результати вказують на те, що з використанням градувальної моделі відповідно до даного винаходу може бути досягнутий поліпшений контроль проникності підкладок.

Хоч тут з метою ілюстрування і поясненнями прикладами були показані і описані конкретні варіанти втілення, рядовим фахівцям в даній галузі техніки зрозуміло, що показані і описані конкретні варіанти втілення можуть бути замінені широкою різноманітністю альтернативних і/або еквівалентних варіантів реалізації без відхилення від об'єму даного винаходу. Рядові фахівці в даній галузі техніки без великих зусиль зрозуміють, що даний винахід може бути реалізований в широкому різноманітті варіантів втілення, включаючи апаратні і програмні варіанти реалізації, або їх комбінації. Ця заявка призначена охопити будь-яку адаптацію або варіації обговорюваних тут варіантів втілення. Отже, даний винахід охарактеризований формулюваннями прикладеної формули винаходу і їх еквівалентами.

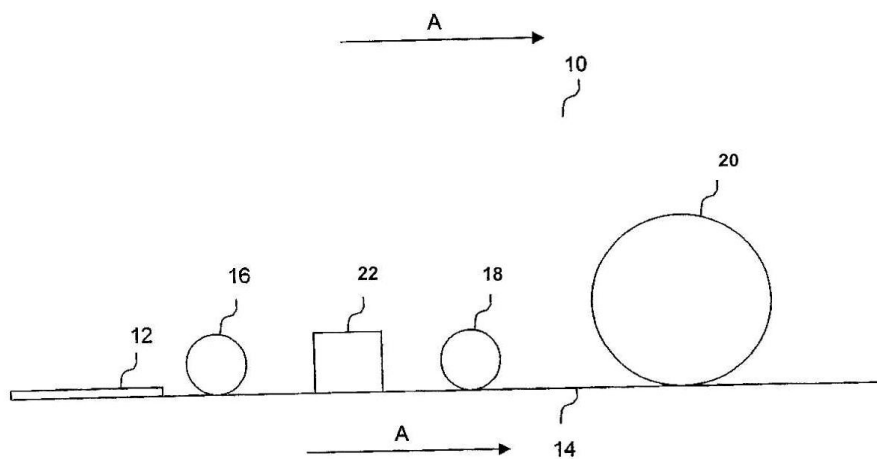


Fig. 1

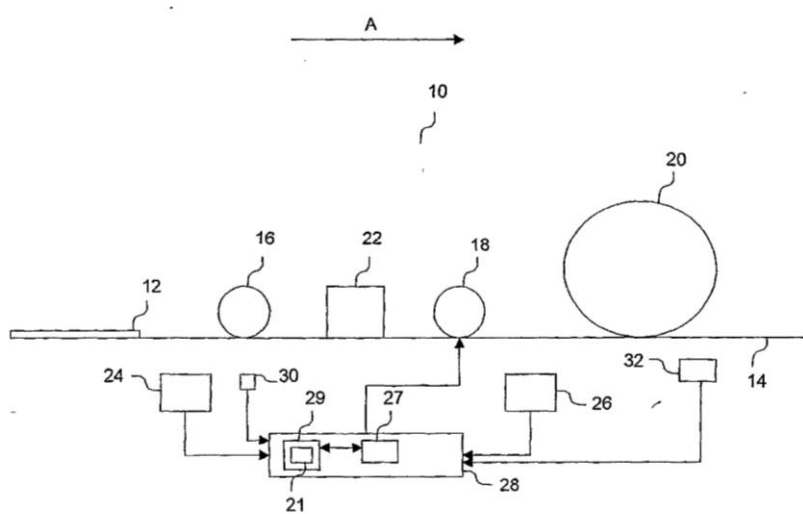


Fig. 2

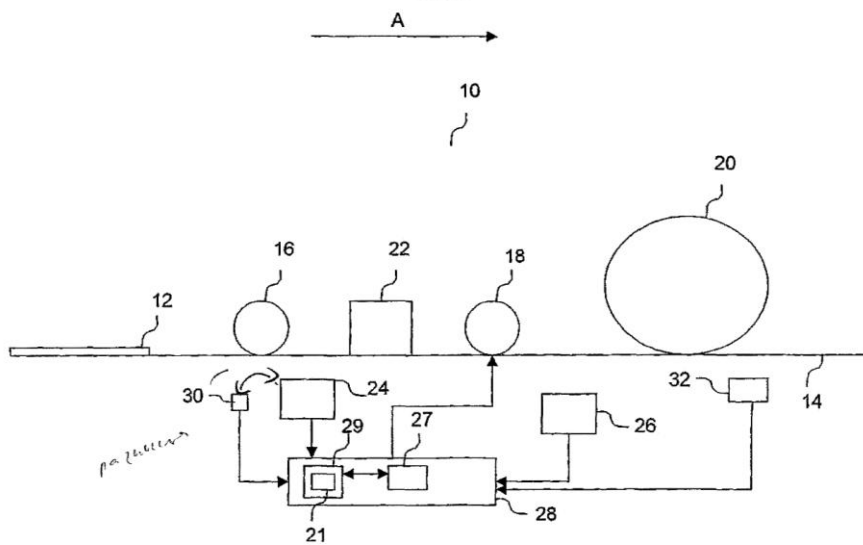
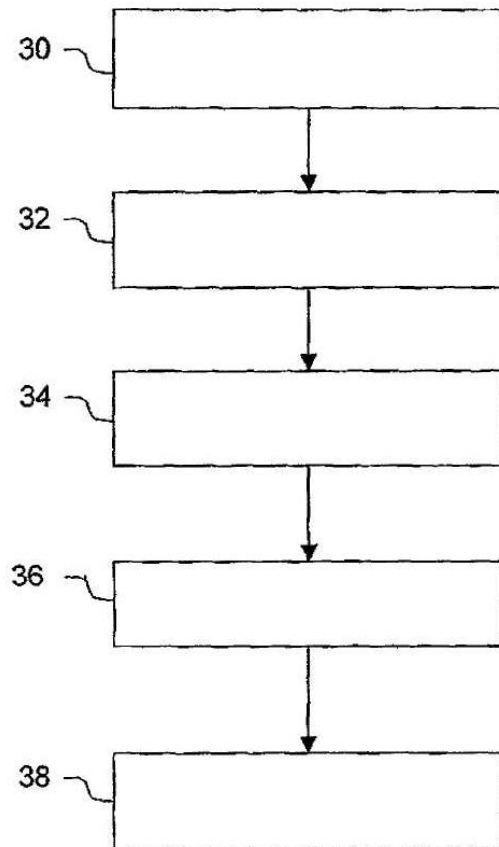


Fig. 3



Фіг. 4