

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА FMEA ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА КОРПУСНИ МЕБЕЛИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО

Юлия Михайлова¹, Дияна Младенова²

¹Лесотехнически университет – София, e-mail: jmihajlova@yahoo.com

²Лесотехнически университет – София, e-mail: didi86@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Качеството на произвежданите продукти заема изключително важна позиция във всички производства днес. Това се налага от непрекъснато растящата конкуренция на пазарно ниво – клиентите все повече държат на качествените продукти и се обръщат към онези фирми, които могат да им предоставят необходимото според техните изисквания. С особена важност се отнася това за фирмите-производители на мебели.

Ето защо от изключителна важност е да се намерят точните подходи и методи за управление и осигуряване на качеството. Един от тези методи е методът FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), който представлява аналитичен инженерен метод, използван за изследване и отстраняване на потенциални несъответствия, проблеми, дефекти и грешки.

Цел на разработката е да се установи възможността за приложение на метода FMEA при повишаване на качеството на произвежданите корпусни мебели като са изпълнени следните задачи: Извършена е оценка на риска от допускането на потенциални несъответствия, проблеми, дефекти и грешки при производството на корпусни мебели в конкретна фирма като са характеризирани причините, водещи до тях чрез прилагане на FMEA метода; Определени са необходимите действия за подобрене; Извършена е нова оценка на риска за потенциални несъответствия, проблеми, дефекти и грешки след извършване на набелязаните подобрени чрез FMEA метода.

Ключови думи: качество, FMEA, оценка на риска, корпусни мебели.

УВОД

Качеството като елемент на продуктовия микс и като част от продуктовата политика на компанията днес се превръща в основен фактор за всяка производствена организация. Неговата роля е наистина фундаментална, което се потвърждава и от еволюцията му с течение на времето и появата на понятия като модели и системи за управление на качеството, методи и техники за контрол, осигуряване и усъвършенстване на качеството.

Методът FMEA (Failure Mode and Effect Analysis – анализ на вероятността за грешки и тяхното влияние) спада към ме-

тодите за превантивно осигуряване на качеството и се основава на оценката на риска на потенциалните грешки и откриване на причините, свързани с предлаганото решение на проблема или с подготовката на разработвания процес. Посредством този метод и с помощта на екип от експерти в дадената област могат да се открият потенциалните рискове, а чрез ранжирането им да се определи последователност от дейности, необходими за тяхното недопускане. Намира приложение при осигуряване и управление на качеството на етапа на проектиране, реализация и експлоатация на продуктите и процесите.

Методът FMEA е разработен в началото на 60-те години и се развива като метод за осигуряване на качеството на APOLO – проектите на NASA. След това, последователно се прилага в самолетостроенето, в атомните електроцентрали и в края на 70-те години се въвежда във фирмата FORD - САЩ. В началото на 80-те години служи като основа за разработване на серия от фирмени стандарти на FORD, след което масово се използва в автомобилостроенето. В Германия методът FMEA е въведен като DIN 25448 от 1980 г. В същия се дава описание на процедурите за анализ на вида на отказите и последствията от тях и критичността им.

Днес методът FMEA придобива все по-голямо приложение за осигуряване на качеството на системи, конструкции и процеси. Анализът се извършва въз основа на последователно откриване на възможните дефекти, оценяване на риска от тяхното допускане и определяне на последователност от превантивни мерки за тяхното недопускане и включва:

- Разпознаване на потенциалните грешки и тежестта им;
- Разработване на последствията от грешки и причини за появата им;
- Определяне на тежестта на риска;
- Разработване на подходящи мощни мероприятия;
- Стартиране на проекти за подобрения.

С оглед постигане на поставената цел (да се установи възможността за приложение на метода FMEA при повишаване на качеството на произвежданите мебели) изследването е проведено в мебелна фирма „ДОФИ“ ООД.

„ДОФИ“ ООД е производител на мембранно-пресовани детайли и изделия по утвърдена вече технология за облицо-

ване на MDF с PVC фолио за обзавеждане на кухни, спални, детски стаи, дневни, антрета, офиси и хотели. Основната дейност на фирмата включва производство на корпусна мебел по модулни програми и поръчка на клиента, и интериорни врати с естествен фурнир.

Обект на изследване на настоящата работа са проблемите с качеството, които се появяват в процеса на производство като са разгледани най-често срещаните проблеми при производството на мебелни вратички.

СЪЩНОСТ НА МЕТОДА И МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНАТА РАБОТА

Същността на метода се състои в подробно изследване на изделието или процеса, при което се анализира и документира всяка възможна грешка, дефект или несъответствие, оценява се тяхното влияние върху качеството, риска за допускането им и възможностите за откриване и предотвратяване. Чрез система за категоризиране се определя условна стойност на риска за всяка потенциална причина, която отчита вероятността за появяване, ефекта и възможните последствия, както и възможността за установяване преди изделието да е достигнало до потребителя.

Анализът се извършва за всеки елемент на изделието или етап на процеса, но особено внимание се отделя на тези, от които зависи безопасността, сигурността и другите най-важни характеристики. Това не ограничава приложението му за решаване на проблеми на всички етапи както в производствената, така и други сфери, като администрация, комуникации, екология и др.

Основните етапи при приложението на FMEA-метода са:

- Създаване на екип – мултидисциплинарен;
- Определяне на отделните етапи на процеса;
- Определяне на пропуските/грешките, които биха могли да се случат на всеки един от етапите (може да съществува повече от една грешка на един етап);
- Определя се риска за всеки пропуск/грешка като се оценява.

Разработването и внедряването на метода е резултат от колективна дейност на специализирана група, в която участват конструктори, технолози и др. представители на отдели, свързани с качеството. От важно значение е в групата да се включат специалисти със значителен опит.

Анализът се извършва въз основа на последователно откриване на възможните дефекти и грешки, оценяване на риска от тяхното допускане и определяне на последователност от превантивни мерки за тяхното недопускане. Резултатите от обсъжданията и направеният от екипа анализ се документират в т.нар. FMEA карта.

Разработването на FMEA картата се извършва на два етапа:

1. Анализ на състоянието.

Определят се детайлите от продукта или технологичната операция от процеса, които ще се анализират, описват се по отделно всички възможни дефекти на детайлите или грешки при изработването, а след това и предполагаемите резултати, ефекти или следствия, които ще се проявят при потребителя. След това се посочват потенциалните причини за всеки дефект и грешка и се отбелязва предвидения контрол. Всяка стъпка от анализа се документира в отделна колона на картата.

Оценка на състоянието се прави чрез определянето на три диференцирани и

един комплексен показател. Първият от тези показатели определя вероятността за появяване на дефект или грешка при изработването и обикновено се означава с „ K_p “ – вероятност за появяване. При определяне на този показател при конструирането се отчитат проектни изчисления, резултати от изпитания, както и опит от предишни разработки. По аналогичен начин се определя вероятността за грешки в процеса. За оценка се използва условна десетобална скала. Оценка 1 означава малка вероятност, а 10 – много голяма. Стойността на показателя K_p се определя с помощта на табл. 1.

Таблица 1. Стойности на коефициента за вероятност за появяване K_p

Вероятност за появяване на дефект или грешка	K_p
Вероятност за появяване близко до нула	1
Незначителна вероятност за появяване	2–3
Умерена вероятност за появяване	4–6
Съществена вероятност за появяване	7–8
Голяма вероятност за появяване	9
Много голяма вероятност за появяване	10

Вторият диференциран показател оценява тежестта на възможните последиствия и се означава със „ $K_{вл}$ “ – степен на влияние. Оценка 1 на този показател означава, че дефектът няма влияние върху качеството на изделието, а оценка 10 означава разнообразно проявление и тежки последиствия. Стойността на показателя $K_{вл}$ се определя с помощта на табл. 2.

Таблица 2. Стойности на коефициента за степен на влияние $K_{вл}$

Степен на влияние на дефект или грешка в процеса върху качеството на продукта	$K_{вл}$
Степен на влияние близко до нула	1
Много малка степен на влияние	2–3
Не голяма степен на влияние	4–5
Умерена степен на влияние	6–7
Висока степен на влияние	8–9
Много висока степен на влияние	10

Третият диференциран показател показва вероятността за установяване на дефекта или грешката в процеса преди изделието да достигне до клиента (следващата операция от процеса) и най-често се означава с „ K_y “ – вероятност за установяване. Оценява се в зависимост от степента на контрола и особеностите на процеса. Оценка 1 означава, че дефектът със сигурност ще бъде открит, а оценка 10 предполага, че той ще достигне до клиента. Стойността на показателя K_y се определя с помощта на табл. 3.

Таблица 3. Стойности на коефициента за установяване на дефект или грешка в процеса K_y

Вероятност за установяване на дефект или грешка в процеса преди продукта да достигне до клиента	K_y
Вероятност близка до нула	1
Вероятност много незначителна	2–3
Вероятност незначителна	4–6
Вероятност средна	7–8
Вероятност висока	9–10

Комплексният показател оценява риска за съответния дефект или грешка на процеса, означава се с „ K_p “ и се определя по формулата:

$$K_p = K_n \cdot K_{вл} \cdot K_y \quad (1)$$

По получената стойност на коефициента на риска се прави преценка кои от дефектите и грешките оказват най-голямо влияние върху качеството на продукта. При стойност на коефициента на риска $K_p > 125$ се счита, че е необходимо да се предприемат спешни мерки за отстраняването на съответния дефект или грешка в производствения процес. При стойност на коефициент на риска $K_p < 40$ може да се смята, че съответният дефект или грешка в процеса оказва незначително влияние върху качеството на съответното изделие и не е наложителна спешна намеса за отстраняването му.

2. Действия за подобрения.

В този етап от разработване на FMEA-картата се отразяват мерките, които трябва да се вземат по отношение на дефектите и грешките с най-висок коефициент на риска – посочват се лицата или отделите, които трябва да извършат необходимите промени, описват се резултатите от предприетите действия и се прави нова оценка на състоянието след взетите мерки.

Постигането на малки стойности на коефициента на риска не означава, че не са необходими по-нататъшни действия. Необходима е непрекъсната преоценка на тези стойности, а това е задължително при промени в конструкцията или технологията.

Завършената FMEA карта се разпространява сред заинтересованите отдели на фирмата за забележки и препоръки. Това дава възможност да се направят допълнителни предложения за други дефекти и грешки, които са пропуснати в картата. След приключване на обсъждането и отразяване на измененията картата се утвърждава и изпраща за изпълнение на съответните отдели и лица.

Преразглеждането на FMEA картите става по утвърдени процедури, които създават необходимата дисциплина за непрекъсната преоценка на риска. Преразглеждане се налага при следните условия:

- наличие на рекламации или връщане на продукция;
- изменения в конструкцията на изделията;
- промяна в техническите изисквания и стандарти;
- промени в технологичния процес, смяна на машини и материали;
- изменение в стабилността на процесите;

- промени в методите и средствата за контрол.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА МЕТОДА FMEA ВЪВ ФИРМА „ДОФИ“ ООД

Съгласно представената методика са извършени изследвания в мебелна фирма „ДОФИ“ ООД. Във връзка с приложението на FMEA метода е направено задълбочено проучване на проблемите, които възникват при производството на мебелна вратичка от MDF при облицоване с PVC фолио. Изходен материал са плочи тип „MDF“, които се доставят облицовани от нелицевата страна, и PVC фолио, което се внася от Германия.

Технологията за производството на мебелна вратичка от плочи тип „MDF“ започва със операция за задаване на точни размери по широчина и дължина. Операцията се извършва на пакетно-разкрояващ циркуляр. Следва профилиране на вратичката на център-машина. Тук има възможности за профилиране както на канта, така и на лицевата страна на детайла. Следващата операция е нанасяне на лепило и пресоване на детайла на мембранна преса с PVC фолио. След пресоване детайлите подлежат на почистване на кантовете за премахване на ненуж-

ното фолио. Тъй като детайла е мебелна вратичка, налага се пробиване на отвори за панти. Операцията се осъществява на пробивна машина. Следва операцията изработване на отвор за дръжка, която отново се извършва на пробивна машина.

Екипът от „ДОФИ“ ООД, формиран за провеждането на FMEA метода, е установил следните дефекти при производството на детайла мебелна вратичка:

1. Вълнообразен ряз;
2. Неравности по лицевата част при облицоване с PVC фолио;
3. Разлепване на фолиото;
4. Маркиране на основата;
5. Незалепнали места при кантиране;
6. Откъртвания на фурнира;
7. Прошлайфане;
8. Сиви петна, побеляване;
9. Замърсяване на кантовете при стичане на байц от повърхността;
10. Странично изместване на отвори.

След обсъждане на посочените проблеми екипът е стигнал до заключението, че тези дефекти създават най-големи трудности в производствения процес и при спазване на описаната методика е попълнена първата част от FMEA-картата – Анализ на състоянието.

Таблица 4. FMEA – карта – I етап

Анализ на състоянието						Оценка			
Детайл Мебелна вратичка									
N	ФУНКЦИЯ	ДЕФЕКТ	СЛЕДСТВИЯ	ПРИЧИНИ	КОНТРОЛ	K _п	K _{вл}	K _у	K _р
1	Разкрояване с циркуляр	Вълнообразен ряз	Несъответствие с изикванията за производство	Деформирано платно на триона; несъответствие на вида на триона; висока скорост на подаване	Контрол при подготовката на режещите инструменти; контрол на режимите на рязане	4	8	3	96
2	Облицоване с PVC фолио	Неравности по лицевата част на детайлите	Лош външен вид	Попаднали пращинки или други частици върху повърхността	Почистване на детайлите преди облицоване	4	8	2	64
3	Облицоване с PVC фолио	Разлепване на фолиото	Вероятност за навлизане на влага и последващо	Фолиото не е предварително загрято до 120°C; плочите са лошо калибровани и	Спазване на установените режими на слепване; преглеждане на плочите преди	3	7	6	126

№	ФУНКЦИЯ	ДЕФЕКТ	СЛЕДСТВИЯ	ПРИЧИНИ	КОНТРОЛ	К _ц	К _{вл}	К _у	К _р
			деформиране	недобре подравнени; изтекъл срок на годност на лепилото; нарушено открито време на слепване.	слепване; проверка на лепилото; спазване на режима на слепване.				
4	Облицоване с PVC фолио	Маркиране на основата	Лош външен вид	Дебел лепилен слой; ниска вискозност на лепилото; плочите са лошо калибровани и недобре подравнени; по-висока от допустимата влажност на основата	Равномерност на лепилния слой; преглеждане на плочите преди слепване; контрол на влажността преди слепване	3	8	5	120
5	Кантиране	Незалепнал кант	Попадане на влага	По-висока от допустимата влажност на слепваните материали; лошо олепняване; несъобразена с лепилото скорост на подаване; недостатъчно налягане; употреба на деструктиращо лепило	Установяване на влажността преди кантиране; контрол на олепняването; контрол на режимите при кантиране; проверка на лепилото	5	9	3	135
6	Кантиране	Откъртвания на фурнира	Лош външен вид	Незалепнали участъци от фурнира; лошо подготвени режещи инструменти; неправилно центрирани агрегатни глави; дистанция между плочите, несъобразена със скоростта на подаване	Контрол на олепняването; контрол на подготовката на режещите инструменти; контрол на режимите на работа	4	7	3	84
7	Шлайфане на фурнированите повърхности	Прошлайфане	Прозиране на структурата на основата	Лошо калиброване на плочите; използване на тънки фурнири; неправилна настройка на работа на шлайфмашината с механизмирано подаване	Контрол при калиброване на плочите; съобразяване с дебелината на фурнира; спазване на изискванията за точна настройка на шлайфмашината	5	9	3	135
8	Нанасяне на филмово покритие	Сиви петна, побеляване	Лош външен вид	Влажна основа (над 10%); неска температура и висока относителна влажност на въздуха в помещението; замърсена основа; замърсено помещение	Контрол на влажността на детайлите преди нанасяне на лаковия филм; контрол на основата; контрол на условията в производственото помещение	4	10	3	120
9	Байцване	Замърсяване на кантовете при стичане на байц от повърхността	Лош външен вид	Използване на по-голямо количество байц; неправилно шприцване	Равномерно шприцване и незадържане продължително време на шприцпистолета на едно място	6	8	2	96
10	Монтиране на минификс	Странично изместване на отвори	Неточност при сглобяването	Детайлът не е добре затегнат към плота; неточно оразмерен отвор върху детайл като е изместен центърът;	Контрол на фиксирането и затягането на детайла върху работния плот; контрол на оразмеряването и очертаването на отворите	9	10	2	180

Въз основа на данните, представени в табл. 4 става ясно, че при четири от установените проблеми при производството на мебелни врати се получава коефициент на риска $K_p > 125$, което означава, че е необходимо предприемането на спешни мерки за отстраняването им. Критични за качеството на произвежданите мебелни вратички са следните дефекти:

1. Разлепване на PVC фолиото при облицоване;
2. Незалепнал кант;
3. Прошлайфане;
4. Странично изместване на отворите при монтиране на мини фикс.

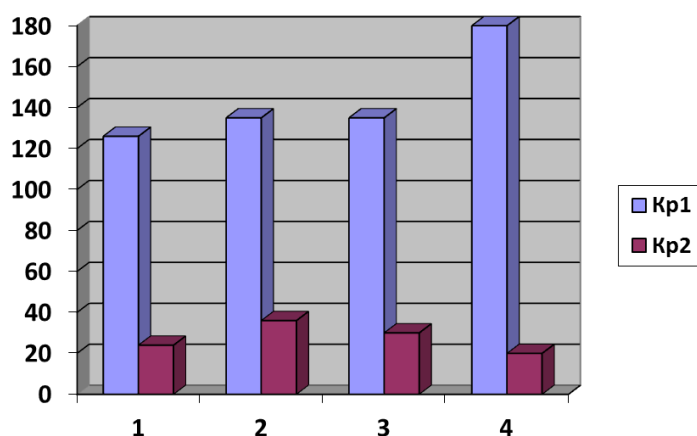
За да се направи оценка на действията за подобрене съгласно описаната методика е необходимо отново да се изчислят трите диференцирани показателя K_n , $K_{вл}$ и K_y , както и комплексният показател за оценката на риска K_p . По този начин екипът прави проверка дали предприетите действия ще осигурят необходимото подобрене на качеството на произвежданата продукция. Набелязаните действия за подобрене от екипа от фирма „ДОФИ“, представляващи втората част от FMEA-картата, са представени в Табл. 5.

Таблица 5. FMEA – карта – II етап

Действия за подобрене				Оценка			
Детайл Мебелна вратичка							
ДЕФЕКТ	ПРЕПОРЪЧАНИ ДЕЙСТВИЯ	ИЗПЪЛНИТЕЛ	ИЗВЪРШЕНИ ДЕЙСТВИЯ	K_n	$K_{вл}$	K_y	K_p
Разлепване на PVC фолио	Следене на влажността на детайлите; предварително загряване на фолиото до 120°C; проверка на детайлите преди облицоване; проверка годността и вискозитета на лепилото; контрол на разхода на лепило	Трифон Иванов	Контрол на влажността на детайлите; загряване на фолиото; отстраняване на лошо подготвени за детайли; използване на лепило, отговарящо на инструкциите	2	4	3	24
Незалепнал кант	Следене на влажността на детайлите; добро олепяване на кантовете; намаляване на откритото време преди кантиране; съобразена скорост на подаване; проверка на лепилото.	Филип Василев, Георги Стоянов	Контрол на влажността и олепяването на детайлите; съкращаване на откритото време преди кантиране; поддържане на скорост на подаване съгласно технологичните инструкции; проверка на лепилото за годност	3	6	2	36
Прошлайфане	Правилна настройка на шлайфмашината; контрол на дебелината на фурнира; контрол на калибрирането	Ангел Димов, Димитър Попов	Настройка на шлайфмашината при механизирано подаване съгласно инструкциите; намаляване на натиска при ръчно шлайфане; съобразяване на дебелината на фурнира; проверка на калиброването	3	5	2	30
Странично изместване на отворите при монтиране на минификс	Контрол на центрирането, затягането и фиксирането на детайлите; очертаване на отворите при необходимост	Петър Петров, Методи Илиев, Станислав Георгиев	Точно центриране; по-добро затягане и фиксиране на детайлите; очертаване на отворите	4	5	1	20

Както се вижда от данните, представени в табл. 5, стойностите на коефициента на риска за критичните дефекти са намалели чувствително след предприемане на действията за подобрене. Това е представено графично на фиг. 1. При първия дефект – разлепване на PVC фолиото при облицоване на детайлите, коефициентът на риска е намалял от 126 на 24 след предприемане на действията за подобре-

ние; за втория дефект – наличие на незалепнал кант, намалението на коефициента на риска е от 135 на 36; третият дефект е прошлайфане и при него коефициентът на риска преди подобренето е бил също 135, като е намалял на 30 след извършване на действията за подобрене; при четвъртия дефект – странично изместване на отворите намалението е от 180 до 20.



Фиг. 1. Графично представяне на коефициента на риска преди и след прилагането на FMEA за четирите критични дефекти при производството на мебелна вратичка в „ДОФИ“ ООД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведеното изследване може да бъдат формулирани следните изводи:

- Предложена е методика, която може с успех да се използва при оценка на риска от допускането на потенциални несъответствия, проблеми, дефекти и грешки при производството на корпусна мебел.
- Приложението на метода FMEA при производството на мебели ще спомогне за откриването на несъответствията, водещи до проблеми и ще спомогне за повишаване на качеството на произвежданата продукция.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 60812:2006. Методи за анализ на надеждността на системите. Процедура за анализ на видовете откази и последиците от тях (FMEA) (IEC 60812:2006).
2. Дюкентджиев Г., Р. Йорданов. (2002). Контрол и управление на качеството. СОФТ-ТРЕЙД. С.
3. Стефанов Н., Хр. Радев, Ив. Буров, В. Станчева, Р. Воденичаров. (2004). Управление на качеството. ИК „ТРУД И ПРАВО“. С.
4. Kanitz, F. (2002). Logistik-FMEA für die Produktion. Erfolgsfaktor Logistikqualität. Springer-Verlag, Berlin.
5. James R. Evans. (2005). Total Quality Management, Organization, and Strategy. South-Western, part of the Thompson Corporation.

USE OF FMEA METHOD IN MANUFACTURE OF CABINET FURNITURE TO INCREASE QUALITY

Julia Mihajlova¹, Diyana Mladenova²

¹ **University of Forestry – Sofia, e-mail: jmihajlova@yahoo.com**

² **University of Forestry – Sofia, e-mail: didi86@abv.bg**

ABSTRACT

Quality of products manufactured takes an extremely important position in all types of manufacture today. This is necessitated by the continuously growing competition at market level – customers value more and more quality products and turn to those companies that can give them the necessary thing according to their requirements. This applies especially to furniture-manufacturing companies.

That is why of extreme importance is to find the exact approaches and methods for quality management and assurance. One of those methods is the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method that is an analytical engineering method used to examine and eliminate potential discrepancies, problems, faults and errors.

The aim of the paper is to establish the possibility of application of the FMEA method in increasing the quality of cabinet furniture manufactured, with following tasks having been carried out: an assessment of the risk of allowing potential discrepancies, problems, faults and errors during manufacture of cabinet furniture in specific company has been performed, by characterising the reasons leading to them by means of application of the FMEA method; the necessary actions for improvement have been determined; a new assessment of the risk of potential discrepancies, problems, faults and errors after performance of the outlined improvements by means of the FMEA method has been made.

Key words: quality, FMEA, risk assessment, cabinet furniture.