

Fluoro-products Dispersions의 성질과 가공 방법



이장훈 · 최현석 · 최윤성 · 윤남식¹

DYETEC연구원, ¹경북대학교

1. 저장요건

대부분의 Fluoro-products dispersions의 바람직한 저장요건은 7-32°C(45-90°F)이다. 일반적으로 7°C(45°F)에서 저장하면 실온에서의 침강속도는 반으로 줄어든다. 반면에 32°C(90°F)에서 저장을 하면 실온에서 침강속도는 약 2배로 늘어난다. 그리고 매월 1회 교반을 하게 되면 보관기간을 상당히 늘릴 수 있다. 결빙이 되면 비가역성 응고가 발생하기 때문에 이를 방지하기 위해 보관에 주의 하여야 한다.

분산 상태는 시간이 지남에 따라서 침전물 중에 PTFE 고체 손실을 가져오는 형태가 된다. 분산의 고체 백분율은 비중을 측정하여 비중과 고체 백분율 간의 Table 2의 관계를 사용하여 추정할 수 있다.

PTFE 고체가 현탁액에서 정착됨에 따라서 계면활성제(PTFE고체의 백분율로 표시)는 증가한다. 이 때문에 과도한 계면활성제로 인하여 점도가 증가하거나 또는 색채 불량을 초래한다. 고체와 계면활성제 수준은 중량측정시험으로 정확히 측정할 수가 있다. 분산액 약 10g(0.3oz)를 알루미늄 재질로 된 팬에 계량한다. 샘플은 2시간 동안 120°C(248°F)에서 건조시켜서 수분을 제거한다. 그 다음 팬을 35분간 380°C(716°F)의 오븐에 넣어 계면활성제를 제거한다. 이러한 중량에서 PTFE 백분율과 계면활성제 백분율을 계산할 수 있다. 상세한 내용은 ASTM D4441 또는 ISO 12086를 참고하면 된다.

고속으로 교반하면서 전해질 또는 물-혼합용제를 첨가하면 또한 비가역성 응고작용을 초래한다.

Table 1. PTFE Dispersion의 성능

Property	ASTM Standard	Unit	Nominal Value
Percent PTFE Resin Solids	D4441	%	60
Weight of PTFE Resin Solids	D4441	kg/m ³ (lb/gal)	900 (7.5)
Specific Gravity of Dispersion	D4441	—	1.5
Average Dispersion Particle Size	—	µm	0.22
pH (min.) of Dispersion	E70	—	9.5
Viscosity of Dispersion (at 25°C [77°F])	D2196	cP (Pasec)	20 (0.02)
Melting, Peak Temperature			
Initial	D1457	°C (°F)	337 (639)
Second	D1457	°C (°F)	327 (621)

2. 수지의 비중

25°C(77°F)에서 농도와 비중간의 관계를 유용한 유사재료와 더불어 Table 2에 나타냈다.

Table 2. 대표적인 값

농도(%)	비중	고형분(g/L)	고형분(gal/lb)
35	1.24	436	3.72
40	1.29	515	4.30
45	1.34	601	5.01
50	1.39	693	5.79
60	1.50	900	7.5

PTFE의 비중과 농도의 관계를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. PTFE Dispersions의 비중과 농도에 따른 관계

Valid for PTFE with an inherent polymer density of 2.285 g/cm³ and containing 6% of a wetting agent with a density of 1.067 g/cm³ at 25°C (77°F)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.09	14.58%	14.73%	14.88%	15.03%	15.18%	15.32%	15.47%	15.62%	15.77%	15.91%
1.10	16.06%	16.20%	16.35%	16.49%	16.64%	16.78%	16.93%	17.07%	17.22%	17.36%
1.11	17.50%	17.65%	17.79%	17.93%	18.08%	18.22%	18.36%	18.50%	18.64%	18.78%
1.12	18.93%	19.07%	19.21%	19.35%	19.49%	19.63%	19.77%	19.91%	20.04%	20.18%
1.13	20.32%	20.46%	20.60%	20.74%	20.87%	21.01%	21.15%	21.28%	21.42%	21.56%
1.14	21.69%	21.83%	21.96%	22.10%	22.23%	22.37%	22.50%	22.64%	22.77%	22.91%
1.15	23.04%	23.17%	23.31%	23.44%	23.57%	23.70%	23.84%	23.97%	24.10%	24.23%
1.16	24.36%	24.49%	24.63%	24.76%	24.89%	25.02%	25.15%	25.28%	25.41%	25.54%
1.17	25.67%	25.79%	25.92%	26.05%	26.18%	26.31%	26.44%	26.56%	26.69%	26.82%
1.18	26.94%	27.07%	27.20%	27.32%	27.45%	27.58%	27.70%	27.83%	27.95%	28.08%
1.19	28.20%	28.33%	28.45%	28.58%	28.70%	28.82%	28.95%	29.07%	29.19%	29.32%
1.20	29.44%	29.56%	29.68%	29.81%	29.93%	30.05%	30.17%	30.29%	30.41%	30.54%
1.21	30.66%	30.78%	30.90%	31.02%	31.14%	31.26%	31.38%	31.50%	31.61%	31.73%
1.22	31.85%	31.97%	32.09%	32.21%	32.33%	32.44%	32.56%	32.68%	32.80%	32.91%
1.23	33.03%	33.15%	33.26%	33.38%	33.50%	33.61%	33.73%	33.84%	33.96%	34.07%
1.24	34.19%	34.30%	34.42%	34.53%	34.65%	34.76%	34.87%	34.99%	35.10%	35.21%
1.25	35.33%	35.44%	35.55%	35.67%	35.78%	35.89%	36.00%	36.11%	36.23%	36.34%
1.26	36.45%	36.56%	36.67%	36.78%	36.89%	37.00%	37.11%	37.22%	37.33%	37.44%
1.27	37.55%	37.66%	37.77%	37.88%	37.99%	38.10%	38.21%	38.32%	38.42%	38.53%
1.28	38.64%	38.75%	38.85%	38.96%	39.07%	39.18%	39.28%	39.39%	39.50%	39.60%
1.29	39.71%	39.82%	39.92%	40.03%	40.13%	40.24%	40.34%	40.45%	40.55%	40.66%
1.30	40.76%	40.87%	40.97%	41.08%	41.18%	41.28%	41.39%	41.49%	41.59%	41.70%
1.31	41.80%	41.90%	42.01%	42.11%	42.21%	42.31%	42.41%	42.52%	42.62%	42.72%
1.32	42.82%	42.92%	43.02%	43.12%	43.23%	43.33%	43.43%	43.53%	43.63%	43.73%
1.33	43.83%	43.93%	44.03%	44.13%	44.23%	44.32%	44.42%	44.52%	44.62%	44.72%
1.34	44.82%	44.92%	45.01%	45.11%	45.21%	45.31%	45.41%	45.50%	45.60%	45.70%
1.35	45.79%	45.89%	45.99%	46.09%	46.18%	46.28%	46.37%	46.47%	46.57%	46.66%
1.36	46.76%	46.85%	46.95%	47.04%	47.14%	47.23%	47.33%	47.42%	47.52%	47.61%
1.37	47.71%	47.80%	47.89%	47.99%	48.08%	48.17%	48.27%	48.36%	48.45%	48.55%
1.38	48.64%	48.73%	48.82%	48.92%	49.01%	49.10%	49.19%	49.29%	49.38%	49.47%
1.39	49.56%	49.65%	49.74%	49.83%	49.92%	50.02%	50.11%	50.20%	50.29%	50.38%
1.40	50.47%	50.56%	50.65%	50.74%	50.83%	50.92%	51.01%	51.10%	51.18%	51.27%
1.41	51.36%	51.45%	51.54%	51.63%	51.72%	51.81%	51.89%	51.98%	52.07%	52.16%
1.42	52.24%	52.33%	52.42%	52.51%	52.59%	52.68%	52.77%	52.86%	52.94%	53.03%
1.43	53.11%	53.20%	53.29%	53.37%	53.46%	53.55%	53.63%	53.72%	53.80%	53.89%
1.44	53.97%	54.06%	54.14%	54.23%	54.31%	54.40%	54.48%	54.57%	54.65%	54.73%
1.45	54.82%	54.90%	54.99%	55.07%	55.15%	55.24%	55.32%	55.40%	55.49%	55.57%
1.46	55.65%	55.74%	55.82%	55.90%	55.98%	56.07%	56.15%	56.23%	56.31%	56.39%
1.47	56.48%	56.56%	56.64%	56.72%	56.80%	56.88%	56.96%	57.05%	57.13%	57.21%
1.48	57.29%	57.37%	57.45%	57.53%	57.61%	57.69%	57.77%	57.85%	57.93%	58.01%
1.49	58.09%	58.17%	58.25%	58.33%	58.41%	58.49%	58.56%	58.64%	58.72%	58.80%
1.50	58.88%	58.96%	59.04%	59.11%	59.19%	59.27%	59.35%	59.43%	59.50%	59.58%
1.51	59.66%	59.74%	59.81%	59.89%	59.97%	60.05%	60.12%	60.20%	60.28%	60.35%
1.52	60.43%	60.50%	60.58%	60.66%	60.73%	60.81%	60.89%	60.96%	61.04%	61.11%
1.53	61.19%	61.26%	61.34%	61.41%	61.49%	61.56%	61.64%	61.71%	61.79%	61.86%
1.54	61.94%	62.01%	62.09%	62.16%	62.24%	62.31%	62.38%	62.46%	62.53%	62.60%
1.55	62.28%	62.75%	62.82%	62.90%	62.97%	63.04%	63.12%	63.19%	63.26%	63.34%
1.56	63.41%	63.48%	63.55%	63.63%	63.70%	63.77%	63.84%	63.91%	63.99%	64.06%

Example: A SG of 1.514 corresponds to 59.97% solids

아래의 Figure 1은 불소 수지의 안전한 취급 방법에 대한 내용이다.

Safe handling of Fluoropolymer dispersions

Fluoropolymer dispersions are not classified as hazardous. They do contain small amounts of an additive called PFOA which can be retained for a long time in the body. People working with dispersions should follow best practices to avoid any uptake through skin contact or inhalation of dust or vapour.

Fluoropolymers break down at high temperatures. Smoking tobacco contaminated with fluoropolymers will lead to "polymer fume fever" and must be avoided.

Personal hygiene

- **Stay dry!** Change contaminated clothing immediately.
- Only use clean gloves. Do not put contaminated gloves in pockets.
- Clean splashes off your footwear immediately.
- Store contaminated clothing and gloves separately from clean items.
- Wash hands after any contact with dispersions and when leaving the area.
- Keep food and drinks out of the work area.

Housekeeping

- Surfaces must be kept clean from solid or liquid residues.
- Dried-out dispersions may release PFOA into the air as well as being a possible source of skin contact.
- Contaminated floors are slippery.
- Clean up any spillages immediately.

Mixing dispersions

Mixing is adding further ingredients to the plain dispersion or adding dispersions to other formulations. It can be done in the dispersion tank or in mixing equipment.

Health and safety concerns

- Skin exposure by direct contact - Splashing
- Check ventilation systems in working properly

Protective measures

- Avoid splashes - Use protective equipment - gloves and goggles or face shield

Spraying applications

Spraying formulations containing fluoropolymer dispersions onto surfaces such as metal coils are using a spray booth or automatic spraying equipment.

Health and safety concerns

- Skin exposure by direct contact - Splashing
- This operation creates risks leading to a potential exposure through inhalation

Protective measures

- Avoid splashes - Use protective equipment - gloves and goggles or face shield
- Check ventilation systems in working properly
- Wear respiratory protection if advised for your spraying equipment

Coating and impregnation

Applying dispersions to tubs, pipes or other surfaces by passing them through a bath of dispersion.

Health and safety concerns

- Skin exposure by direct contact - Splashing

Protective measures

- Avoid splashes - Use protective equipment - gloves and goggles or face shield

Drying, baking and sintering

Using means to remove water and solvents from products coated or impregnated with fluoropolymer dispersions. Heating the product to sinter the fluoropolymer.

Health and safety concerns

- Inhalation of mist, fumes or fibres - Burns from hot surfaces

Protective measures

- Check ventilation systems in working properly - Vent well before opening - Wear protective gloves

Cleaning and maintenance

Operations that involve contact with equipment which has been used to handle dispersions, or repairs to the hot processing of dispersions. It must be assumed that the equipment is contaminated with PFOA. Particularly in the case of areas and ductwork, PFOA may condense on surfaces and so represent a much higher concentration than in the dispersion itself.

Health and safety concerns

- Skin exposure by direct contact - Splashing - Potential exposure through inhalation of dust, mist and vapours

Protective measures

- Personal Protective Equipment - protective clothing, gloves, goggles or face shield, respirator - Venting and cooling of equipment before cleaning and maintenance - Use of risk assessments and strict procedures which minimise the potential for exposure, particularly for artificial leaks - Special attention to personal hygiene

Approved by the Fluoropolymer Committee of the Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME).
 APME hereby acknowledges the ILM Group of the Plastics Industry (PII) for services in the development of the IPI Group Fluoropolymer Technology. This poster has been prepared in IPII in cooperation with ILM. The information provided is only a guide to safety and should not be used without consulting a person trained in or authorised by ILM. For further information, or any other enquiries, please contact ILM. ILM is not responsible for the accuracy of the information on the poster. The user must refer to the appropriate product literature for the manufacturer. Contact the product literature or contact your local ILM representative for further information.

APME
 ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS IN EUROPE
 DANIEL BAUMANN STR. 10 · 42699 SOLINGEN

Figure 1. Safe Handling of Fluoro products dispersions.

3. 임계균열두께

임계균열두께(CCT)는 침전중합체가 건조되어있을 때에 균열 형성 없이도 단일캐스팅으로 가능한 코팅의 최대두께이다. 임계균열두께 범위는 사용된 분산등급, 적용조건 및 코팅형태에 따라서 최저 2μm(0.08mil)부터 20μm(0.8mil)에 이른다. 따라서 2μm(0.08mil) 내지 20μm(0.8mil)이하의 코팅은 일반적으로 sintering(소결)에서 함께 융합될 수 없는 균열형성을 방지하기 위하여 단일 사이클에서 용착된다. 다중 침액과 sintering 작업을 하면 코팅의 두께를 조절 할 수 있다.

4. 배합

대부분의 PTFE(polytetrafluoroethylene) 수지는 전착성이 양호하고 최소의 발포성 비이온성 wetting agent를 포함한다. wetting agent는 baking, 잔류 오염을 최소화하는데 필요한 온도에서 분해가 가능하다.

어떤 경우에 있어서는 성질을 조절하기 위하여 희석하거나 첨가제를 사용하여 배합을 보충하는 것이 바람직하다.

기타의 경우에 있어서는 분산 점도를 증가시키는 것이 바람직하다. 이것은 조성을 증가시키거나 또는 첨가제를 첨가하여 증가시킬 수 있다. 점도는 알칼리-가용성 acrylics, acrylic산중합체 또는 셀룰로오스유도체와 같은 수용성 증수제를 첨가하여 증가시킬 수 있다.

계면활성제의 비이온성 및 음이온 타입은 점도를 증가시키는데 사용된다. 비이온성 wetting agent는 제품 내의 무기잔류물을 남김없이 sintering 온도에서 보다 많이 즉시 연소 가능하기 때문에 일반적으로 적용된다. 물질을 분산에 첨가할 때에 가벼운 교반만을 사용하는 것이 중요하다.

이러한 높은 점도의 분산액은 비 뉴턴으로 즉 걸보기 점도는 전단 속도의 증가에 따라서 감소한다. 높은 점도의 분산액은 전단속도를 가변하기 위하여 스피들 속도를 달리하여 작동하는 Brookfield 점도계를 사용하여 측정하였다. 그 결과는 아래의 Table 4에 나타내었다.

Table 4. PTFE 수지의 속도에 따른 점도

스피들속도(RPM)	걸보기점도 cP(mPa-s)
60	172
30	263
12	505
6	725
3	1,220
1.5	1,900

높은 점도의 분산액은 응집 부족이 일어날 수 있다. 장기간 견디도록 되어있는 고점도의 분산액은 투명한 상층을 보여줄 수 있다. 이러한 분산 역시 재 현탁이 가능하다. 다른 두께의 thickner가 다른 정도의 이러한 효과를 보여준다. 점도가 약 75-400cP 사이에 있을 때 분리가 더 발생할 수 있다. 이러한 수준을 초과하면 일반적으로 분산은 점도가 너무 높아서 분상이 일어나지 않는다.

Fluorocarbon dispersion은 대부분 등급의 표면장력은 약 32dyn/cm이다. 이것은 대부분의 표면을 적시는데 충분하다.

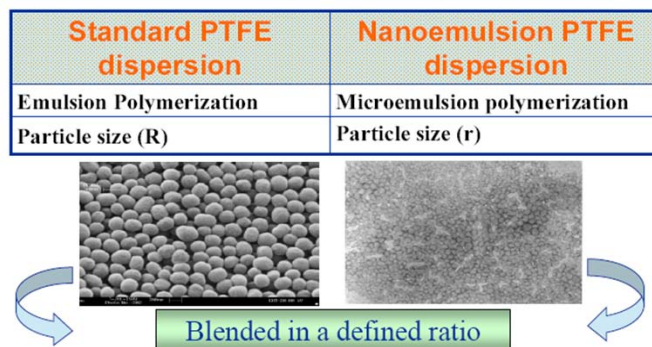


Figure 2. 일반 PTFE와 나노에멀전 PTFE의 SEM 사진.

5. 필름캐스팅 및 코팅

수용성 분산의 형성에 있어서 fluorocarbon dispersion PTFE레진을 사용하면 필름을 캐스팅하여 재료의 에나멜-타입 코팅에 적용할 수 있다. 코팅의 경우에 있어서 fluorocarbon dispersion PTFE을 사용하여 표면으로 액침이나 유동시킨 다음에 수분(또는 어떤 마감의 경우에는 기타 매질)을 제거하기 위하여 건조시키고 360°C(675°F) 내지 400°C(750°F)에서 건조된 중합체를 융합시킨다. 액침코팅은 균일한 코팅에 대한 지속적인 적응성 때문에 dipping type이 바람직하다. 최적의 wetting 특성을 얻기 위해서는 중량으로 45-50% 고체의 분산농도와 6-9%(고체기반) wetting agent가 바람직하다.

각 액침 중에 얻는 분산층 두께는 약 12µm(0.5mil)로 제한하여 건조 시에 균열을 방지하는 것은 물론이고 sintering 중에 분산제의 증발이 발생한다. 보다 두터운 코팅은 높은 절연내력을 요하지 않으면 단

일패스(single pass)에서 적용할 수 있다. 점도, 코팅속도 그리고 코팅표면의 조도는 픽업(pickup)량에 영향을 미치지만 평탄한 표면을 위하여 닥터나이프(doctor knife) 또는 와이어랩 와이어퍼바(wire-wrapped wiper bars)에 의하여 조정이 가능하다. 원하는 만큼 다양한 코팅에 적용된다.

dipping 후의 다음 단계는 적층 분산에서 수분을 제거하는 것이다. 이것은 적외선 램프 또는 열풍식 챔버에서 가능하다. 두 가지의 경우에 있어서 수분제거 속도는 기포 형성 경향에 따라 제한한다. 25 μ m(1-mil)코팅에 있어서 적외선 건조에는 약 15초가 걸린다. 공기-오븐방법을 사용하면 85-96 $^{\circ}$ C(185-205 $^{\circ}$ F)에서 1-2분 걸린다.

건조, 베이킹(baking) 및 신터링(sintering)을 사용하는데 그 사이에 wetting agent는 건조에 따라서 증발하며 레진 입자들은 균일한 필름으로 sintering 된다. 두 가지 작업 sintering 온도에서 동시에 수행이 가능하다. 하지만 baking 단계는 보다 저온에서 별도로 행하여 탄소질 잔유물에 대한 wetting agent의 분해를 최소화할 수 있다. wetting agent는 baking 또는 증발을 약 288 $^{\circ}$ C(550 $^{\circ}$ F)로 유지되는 공기오븐에서 행한다. 대부분 보통 사용하는 온도는 260-316 $^{\circ}$ C(500-600 $^{\circ}$ F)인데 사용 장비와 소요 baking 시간에 따른다.

레진입자들의 sintering 또는 fusion은 360-400 $^{\circ}$ C(675-750 $^{\circ}$ F)온도에 도달하자마자 거의 동시에 일어난다. 대부분의 wetting agent는 baking 온도에서 증발되지만 소량은 남아있어서 sintering 중에 분해하여 극미한 탄소질의 잔유물을 남기는데 이는 sintering 시간이 길어지면 산화에 의하여 제거가능하다. 이러한 잔유물의 baking 여부는 용도에 따른다. 그것은 변색을 일으키며 전기적 효과를 떨어뜨리고 필름의 스트리핑(film stripping)을 아주 어렵게 만든다. 이러한 것들이 중요한 요소들이 아니면 sintering 사이클은 비교적 단축시킬 수 있다. 한 예로 25 μ m(1-mil)코팅에 있어서는 약 3분, 그럼에도 안정제 잔유물을 완전히 제거하기 위해서는 25 μ m(1mil)코팅에 대해서는 약 8-10분의 sintering 사이클이 바람직하다. 이 사이클은 50 μ m(2mil)코팅에 대해서는 약 30분까지 증가한다. 그러므로 25 μ m(1mil)의 다양한 용도와 sintering 각각은 임계 두께가 아주 충분하여 단일 사이클에서 보다 두터운 결과물을 허용한다. dipping에 있어서 baking과 sintering에 의한 다양한 액침으로 양호한 균질성을 가져온다.

공중합체 분산은 보통 용점이 낮기 때문에 저온에서 진행된다. FEP는 용점이 265 $^{\circ}$ C(509 $^{\circ}$ F)이며 일반적으로 300-350 $^{\circ}$ C(572-662 $^{\circ}$ F)사이에서 진행된다. PFA는 용점이 305 $^{\circ}$ C(581 $^{\circ}$ F)이며 일반적으로 340-370 $^{\circ}$ C(645-700 $^{\circ}$ F)범위이다.

6. 함침

다양한 다공성 조직을 PTFE 분산 레진으로 함침이 가능하다. 이 PTFE 분산 레진은 저 점성, 극소의 입자 및 계면활성제의 효과로 인하여 함침에 아주 적합하며 이는 간극의 표면을 적시는데 도움이 되며 모세관작용을 촉진시킨다.

Glass fiber 직물과 매트와 sintering 코팅은 불연속 표면상의 필름을 캐스팅하는 문제가 있다. 임계두께 요소로 인하여 보통 액침간의 sintering에 있어서 다양한 dipping은 양호한 균질성의 헤비코팅(heavy coating)을 조성하는데 필수적이다.

PTFE 분산 레진은 화학적인 내성과 비 접착성의 함침제는 석출된 고분자의 sintering 없이도 제조 가능하다. 이것은 dipping과 건조만을 포함한다. wetting agent는 약 290 $^{\circ}$ C(550 $^{\circ}$ F)까지 가열하여 제거가 가능하다. 열안정성이 낮은 섬유를 함침할 때에는 낮은 온도와 보다 긴 시간을 사용할 수 있다. 일반적으로 PTFE 분산 레진을 적절히 유지하는데 도움이 되도록 건조 전후에 재료를 함침하기 위하여 압력을 가한다. 따라서 유리와 석면 외에도 내열성이 적은 무기 및 유기섬유도 처리가능하다.

7. 유리섬유 직물 코팅

PTFE 분산 레진에 의한 유리섬유 직물의 함침 및 코팅을 위한 대표적인 장비를 Figure 3, 4 및 5에 제시하였다. 각각은 다음을 포함한다.

- 직물의 페이오퍼 롤(payload roll)
- 분산용 액침탱크
- 건조 및 sintering 영역
- 테이크업 롤(take-up roll)

Dipping vat 탱크는 스테인리스 강철로 만들어야한다. 이 탱크는 최소한도 침수성 경직봉을 구비해야 한다. 회전 롤을 사용하면 롤은 전부 잡겨야한다. 일부 제품에 있어서 다양한 침수성 Dipping 롤을 사용하면 앞뒤 코팅 픽업(face-to-back pickup)균일성과 함침 개선을 가져온다. 후 직물에 대한 1차 코팅을 적용함에 있어서는 Dipping 탱크 입구에서 일부 잡기는 롤(때로는 각인된)이 직물 두께를 통하여 분산을 밀고 나간다. 일부 제품에 있어서는 공기의 강제변위로 인하여 함침의 현저한 개선이 가능하도록 하기도 한다.

Figure 3은 제한된 제품라인에서 여전히 유용이 가능한 최소비용의 1세대 설계를 도시하였다. sintering 영역에 있어서는 1개의 온도-제어열교환기만이 필요하다. 건조 및 baking 영역은 재순환 duct 바로 밑에서 보급공기유입결과로 자연냉각에 의하여 발생한다. 건조/baking 영역에 있어서 온도프로파일의 리밋제어(limited control)는 공급공기를 허용하는 개구크기를 바꾸기 위하여 도어를 슬라이딩하여 재순환공기에 대한 배기의 비율을 가변시켜서 이루어진다.

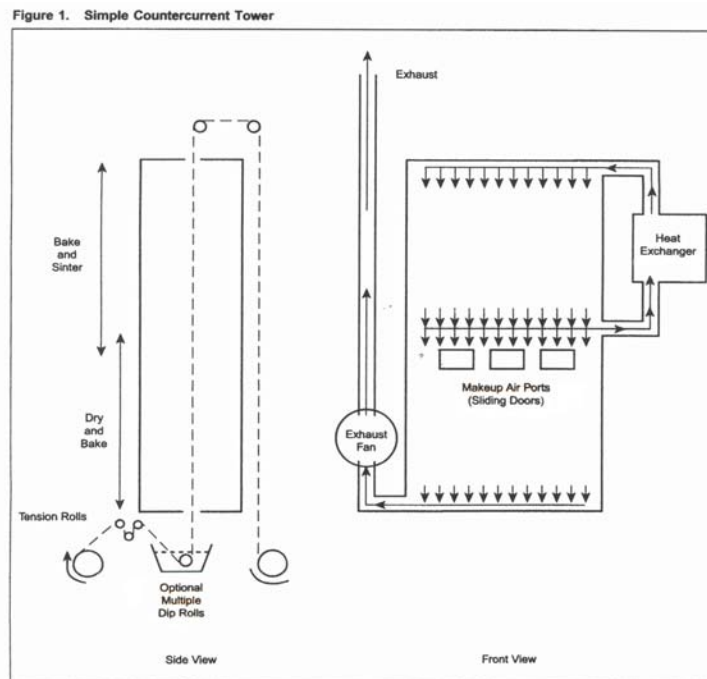


Figure 3. PTFE Dispersion dip coating M/C 1세대 설계도.

보다 복잡한 장비들을 Figure 4와 5에 나타내었다. 이러한 독립제어 온도영역을 사용한다.

Figure 4에 제1영역은 “건조”(열이 없이 수분 서행 제거)를 위한 것이고 제2영역은 “baking”(유기 습윤제의 제거)을 위한 것이며 최종은 sintering 영역이다. 롤 교체에 있어서 정지하지 않고 연속적인 작업을 하도록 하는 설계형의 어큐뮬레이터(accumulator)와 터렛리 와인드(turret rewind)를 사용할 수 있다.

Figure 5에 도시한 설계형의 사용도 가능한데 여기에서 헤드룸(head room)은 제한을 받거나 또는 수직 방향에 따라서 직물의 길이 및 이에 따른 중량을 최소화하여 헤비급 직물의 기계방향에 가해지는 인장을 제한하는 수단으로서 사용이 가능하다. 과대한 인장이 기계방향으로 가해지면 위사와 경사(warp and

fill yarns)간의 “크림프”(주름)로 인하여 코팅직물의 경사 방향(fill direction)에 따른 기계적강도 저하가 예상된다. 주어진 속도에서 픽업증가량의 감소량순위에 따른 Wiper유형을 열거하면 다음과 같다:

- sharp-edged knives
- round-edged knives
- wire-wound rods
- spring-loaded gap metering rolls

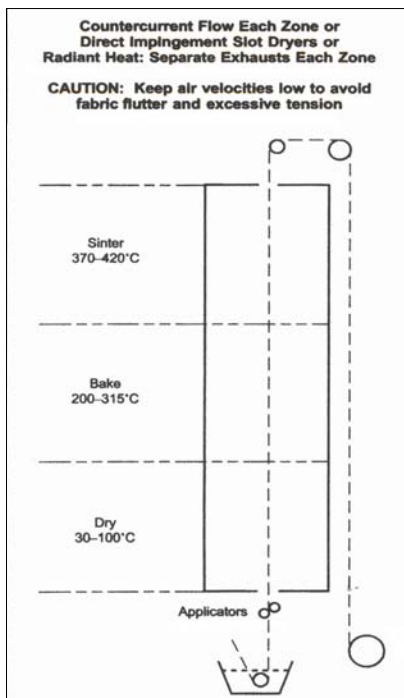


Figure 4. Modern Coating Tower.

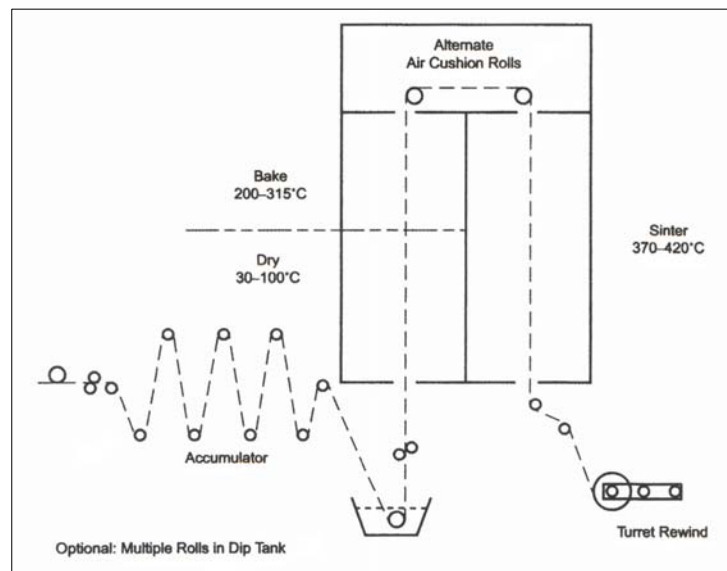


Figure 5. Modern Coating Tower—For Use Where Head Room Is Limited.

오븐에서 나오는 휘발성 부산물과 미량의 분해산물을 제거하기 위하여 통기덕트와 배기 blower를 사용해야 한다. 전분-오일크기의 1~2%정도를 포함하는 Glass Fiber 직물은 함침을 위하여 가장 많이 보편적으로 사용된다.

요구되는 섬유직물과 두께에 따라서 어떤 곳에서는 1회 내지 12회의 코팅이 필요하다. 일부 작업에는 최소한의 일부 코팅에 대하여 희석되지 않은 60%의 고체분산을 사용하지만 40-55% 고체분에 대한 희석이 보다 정상적이다. 이것으로 점도를 감소시키며 분산으로 하여금 직물에 보다 잘 흡수되게 하고 공기를 배제하도록 한다. 패스당(per pass) 코팅속도의 범위는 0.3-13.7m/min(1-45ft/min)이다. 각 코팅은 건조를 방지하기 위하여 임계균열두께이하에 두어야 한다. 그 대안으로 여러 가지 sintering 되지 않은 코팅을 이용하면 코팅된 직물은 균열을 봉합하기 위하여 sintering 전에 카렌더링을 해야 한다.

이러한 장비는 일반적으로 압축지 백업 롤(compressed paper backup roll)을 구비한 크롬코팅 강철 롤이다. 약 175°C(350°F)의 온도와 선형 인치폭당 약 1톤 정도의 압력은 이러한 작업을 최적화하기 위한 좋은 시발점이다. baking 중에 wetting agent제거는 카렌더링 중에 코팅픽업(coating pickup)을 방지하기 위하여 baking 중에서 완벽해야 한다.

중간단계에서 sintering 되지 않은 코팅의 카렌더링은 공정초기에 소프트코팅(soft coating)으로 유리필라멘트 결함을 평탄하게 하며 ADD-ON 작업을 하는데도 유익하다. 카렌더링 작업을 하지 않으면 이러한 필라멘트결함으로 코팅된 직물표면에 응어리가 생길 수 있으며 또는 습도를 악화시키고 전기 등급-코팅직물의 전기적인 성질을 감소시키는 경향을 가져올 수도 있다.

이 장 훈 Tel. : 053-350-3890 / E-mail : hun0307@dyetec.or.kr



- 주요 경력 -

- 2008 경북대학교 염색공학과(석사)
- 2002~현재 DYETEC연구원 인프라지원팀 팀장

최 현 석 Tel. : 053-350-3891 / E-mail : span17@dyetec.or.kr



- 주요 경력 -

- 2011~현재 영남대학교 섬유공학과(박사과정)
- 2006~현재 DYETEC연구원 인프라지원팀 전임연구원

최 운 성 Tel. : 053-350-3892 / E-mail : cys3878@dyetec.or.kr



- 주요 경력 -

- 2011~현재 경북대학교 염색공학과(석사과정)
- 2001~현재 DYETEC연구원 인프라지원팀 전임연구원

윤 남 식 Tel. : 053-950-5642 / E-mail : nsyoon@knu.ac.kr



- 주요 경력 -

- 1982~1984 제일모직(주) 기술연구소 연구원
- 1992~1994 日本 大阪府立大學 연구원
- 1990~현재 경북대학교 섬유시스템공학과 교수