

ANLEDNING TILL UNDERSÖKNING

Explosion i härdugn för efterhärdning av gummiprodukter.

UNDERSÖKNINGEN UTFÖRD AV

Överbrandmästare Gert Lönnqvist, Räddningstjänsten.

UPPLYSNINGAR OM BRANDEN/OBJEKTET

Fastigheten

Y-fabriken är inrymd i en modern industrifastighet i centrala X-stad. Fastigheten är uppförd under 19xx-talet och kontinuerligt om- och tillbyggd efter hand. Byggnaden är vattensprinklad och utrustad med ett vidarekopplat automatiskt brandlarm. Byggnaden är också utrustad med brandventilatorer. Avdelningen för härdugnar finns inrymd i ett av fabriken skepp tillsammans med lager och kontorsutrymmen, golvyta ca 700 m². Detta skepp har en bärande konstruktion med pelare och takstolar av betong. Yttervägg består av prefabricerade siporexblock i längder om 6 x 0,6 meter. Ytterväggen i skeppet är 34 meter lång och ca 7,8 meter hög. Skeppet ingår i en större brandcell tillsammans med lager och produktionslokaler.

Produktionen

Vid Y-fabriken tillverkas olika typer av formpressade gummidetaljer, huvudsakligen gummipackningar för plattvärmeväxlare. Råvarorna blandas vid företagets blandningsavdelning enligt unika recepturer. Efter extrudering formpressas ämnena till färdig produkt. Därefter härddas dessa i ett s.k. efterhärdningsskåp under 8-24 timmar vid en temperatur om ca 150-250°C. Gummipackningarnas huvudingredienser består av polymer, kimrök och peroxid. 50-60 % vikt är polymer, ca 30-40 % kimrök och 3 - 4 % är peroxid.

Ugnarna

Efterhärdningsugnar, totalt 8 st, är placerade i den s.k. PHE-avdelningen. 5 av ugnarna är avsedda för efterhärdning i luft och är försedda med självdragsventilation, vilken ventilerar ut de gaser som bildas vid härdningen, ur lokalen. De tre återstående ugnarna är avsedda att användas för efterhärdning med kvävgas och ugnen skall därför klara ett visst övertryck, max 50 mbar. En säkerhetsventil säkerställer att ugnens maximala kapacitet inte överskrids. Ugnens ventilation är avstängd under körning av härdningsprocessen. Ugnen är uppbyggd i stålplåt med en yttervägg, ett isolerskikt av mineralull (ca 10 cm), en innervägg i plåt med distansprofiler av plåt, vilka bildar kanaler för varmluftcirkulation, i detta utrymme sitter också värmelement och två cirkulationsfläktar. Innanför detta bildar ännu en plåtvägg ugnens kammare. Härdugnen är 2,4 x 2,4 x 6 meter (yttermått). Ugnens volym är ca 16 m³ (tom).

I det aktuella skåpet kan kvävgas tillsättas för att förhindra oxidation av gummiytan i kontakt med luft. I dessa fall regleras syrehalten till < 2 %. Processen styrs via en manöverpanel på ugnens utsida. Här styrs kvävetillförseln fläktar, temperatur, spjäll m.m. Temperaturen övervakas av en PC, vilken loggar temperaturen i ugnarna, två mätpunkter finns mitt på ugnens högra insida. Ugnens temperatur alstras av två värmelement à 45 kW, 400V. Dessa är indelade i 9 sektioner om 5 värmeslingor/sektion, temperaturen styrs av regulatorer vilka ger en max temperatur om ca 400°C vid värmelementet. Ett överhettningsskydd skall vid behov lösa ut ugnens automatsäkringar.

Processen

Ugnen laddas med packningar vilka är placerade på en vagn i fem

hyllplan. Ugnen startas med öppet ventilationsspjäll och maximal tillsats av kväv- gas. När syrehalten understiger 2 %, stängs spjällen och värmeslingor och fläktar aktiveras. Därefter körs processen med kontinuerligt underhållsflöde av kvävgas. Företagets servicepersonal skall kontrollera kvävgashalten varannan timma, genom manuell mätning. En normal härdningscykel sker under 5-8 timmar vid en temperatur om 150-170°C.

Explosionen

Räddningstjänsten i Y-stad larmades via SOS om brand vid företaget, kl 16.43, larmet ringdes via 112. Kl 16.45 kompletterades larmet med automatiskt brandlarm från anläggningen. Vid framkomst informerades brandpersonalen om att en kraftig explosion ägt rum vid fabriken. Man kunde genast lokalisera skadan till fabriken sydöstra sida där en 30 meter lång yttervägg rasat samman. Innanför väggen pågick en brand i området kring ett efterhärldningskåp. Branden kunde utan större dramatik släckas av rökdykarna, vilka kunde göra sitt angrepp via den raserade väggen.

UNDERSÖKNINGEN

Undersökningen inleds på brandplatsen den xx-xx-xx kl 18.30. Efter en inledande orientering av räddningsledare NN, Y-stad, utfördes viss fotodokumentation av området. I samråd med polis spärrades området av i avvaktan på utredning av rasrisk, eftersom byggnaden erhållit omfattande skador vid explosionen. Det primära explosionsområdet kan fastställas till en efterhärldningsugn vilken finns placerad i en ca 700 m² stor hall i fabriken. Ugnen är en av totalt åtta stycken som finns placerade i lokalen, vilken också innehåller utrymmen för lager, kontor, m.m. Vid explosionen har härldugnen erhållit mycket kraftiga deformationer, den har dessutom flyttat sig ca 60 cm i sin längdriktning och stoppats mot bakomvarande betongvägg. Vid explosionen har ugnens frontlucka slitits loss från sina fästen och återfinns på golvet, 5,5 meter från ugnen. Frontluckan har träffat de ugnar som finns placerade mitt emot, med sådan kraft att kraftiga plåtskador uppstått på dessa. Ugnen har också rämnat i sin konstruktion. Tryckvågen har förorsakat en kollaps av lokalens yttervägg, vilken helt rasat samman. Väggen består av prefabricerade, armerade betongblock vilka är monterade i sektioner. Varje block är 6 x 0,6 meter. Väggen är ca 30 meter lång och 7,8 meter hög. Byggnaden har också fått sättningsskador på takkonstruktionen och övriga väggar. Pallstallagen i lagerdelen är raserade och ett inbyggt kontor, beläget i lokalens motsvarande ände, har erhållit sättningsskador i takkonstruktionen, fönster och en dörr har tryckts ut. En lokal brand har ägt rum i och omkring den skadade härldugnen, branden är dock begränsad till detta område. Ett av de sprinklerhuvuden som finns i området har löst ut och begränsat branden.

Företaget organiserade snabbt en ledningsgrupp med representanter från företagets olika ansvarsområden, försäkringsgivare, RVR-ledare, brandut- redare m.fl. En första sammanställning av händelseförloppet genomfördes. På avdelningen arbetar normalt ca 2 - 3 personer vid ugnar/lager, arbetet pågår i skift. På grund av den stundade helgen hade man arbetat in några timmar och därför lämnat lokalen kl. 14.00. Några reparatörer hade lämnat lokalen ca kl. 15.00 och två av företagets datatekniker hade utfört arbete i lokalen men lämnat denna ca 5 minuter före explosionen. Den skadade ugnen hade laddats med 400 gummipackningar (ca 90 kg gummi), kl 11.56. Beräknad processtid var satt till kl 20.00. För att utnyttja samtliga ugnars kapacitet, laddades ugnen med två vagnar gummipackningar. Eftersom man på grund av den stundande storhelgen skulle sluta tidigt och därför inte kunde övervaka ugnen, härdades packningarna utan kvävgastillskott, man kan i efterhand fastställa att kvävgasanläggningens kranar var stängda.

Företagsledningen framhåller sin ambition att göra en grundlig utredning av brandorsaken. Utredningen skall om möjligt fastställa;

- Felaktigheter i gummiblandningen
- Tekniska fel på härldugnen

- Handhavandefel av utrustningen
- Förekomst av brännbara/explosiva gaser i processen
- Brand i ugnen/produktion av oförbrända brandgaser

Vid kontroll av den dataloggning som utförts kan inga alarmerande temperaturavvikelse noteras. Loggningen avbröts fem minuter före explosionen, av företagets dataansvarige, vilken var i färd med att millenniesäkra företagets system. Processen har fortgått vid en temperatur om ca 162-168°C. Parterna enades om att kontakta Yrkesinspektionen och Sprängämnesinspektionen för att få direktiv om uppföljande åtgärder. Man beslutade också att konsultera AA, för att få ett sakkunnigt utlåtande om byggnadens status (detta arbete utfördes den xx-xx-xx och resulterade i att byggnaden kunde betraktas som säker efter vissa avspärningar vid den raserade väggen).

Undersökningen avslutades kl. 22.30 för att återupptas måndagen den xx-xx-xx kl 08.00.

Företagets kemist, BB, redovisar gummiblandningens kemiska innehåll (på grund av sekretess redovisas inte exakt innehåll här). I gummiblandningen förekommer ingredienser som är uppbyggda av kol, väte och syre, en liten mängd olja kan förflyktigas vid 163°C (0,01 % av ingående mängd). Man beslutade att ge två av varandra oberoende konsulter i uppdrag att analysera den aktuella gummiblandningen, avseende möjlig förekomst av brännbara/explosiva produkter vid de förhållanden som råder under processen. Uppdraget lämnas till Statens Provningsanstalt och CC på Research AS, Norge, se protokoll, bilaga.

Teknisk undersökning utförs tisdagen den xx-xx-xx kl. 09.00

Närvarande är;

Undertecknad, Räddningschef DD, Avdelningsdirektör EE, Sprängämnesinspektionen, Tekniker FF, Y-fabriken, m.fl. Efter en första besiktning fastslås att de yttre elektriska styrenheterna (kontaktorer, säkringar och kopplingsplintar) har skador av explosionen men inte påvisar några brand- eller kortslutningsskador som skulle kunna utlösa explosionen. Ugnen töms på sitt innehåll, två stycken vagnar med rester av gummipackningar. Den främre vagnen har skador på tre hyllplan som kan tolkas som att de blivit utsatta för en tryckvåg uppifrån. Hyllplanen är vikta nedåt i mitten av den del som är närmast ugnens frontlucka. Hyllplanen har en likformig deformation vilket tyder på påverkan från en tryckvåg, en temperaturpåverkan borde ha givit en mera oregelbunden deformation av plåtarna. Den vagn som återfinns längst in i ugnen ligger på sidan, troligtvis har den välts vid explosionen. På ugnens golv återfinns rester av gummipackningar och sot. Vi kunde inte iaktta några rester av främmande föremål. Ugnens innerväggar består av plåtar om ca 2,5 x 0,3 meter. Dessa är nitade fast vid bakomliggande stålprofiler och ingår därmed som en del i den kammare där värmelement och fläktar är placerade. Luften cirkulerar med hjälp av fläktarna genom elementen och vidare in i själva ugnen.

Ugn och värmekammare bildar ett gemensamt slutet utrymme. Innerväggarna är bortslitna från sina infästningar på ett sätt som kan tyda på att explosionen initialt startat i kammaren där elementen finns. Merparten av väggplåtarna återfinns demolerade över vagnarna och på ugnens golv vilket kan tyda på att de pressats mot ugnens mitt av en tryckvåg. Elementen utgörs av två paket innehållande 45 rörelement kopplade i serier om 5 st, yteffekt 2,8 W/cm².

Elementen är avpassade för att alstra en temperatur om max 400°C (tillverkarens uppgift). Vid kontroll av de elektriska ledarnas anslutningar mot elementen återfinns en ledare som lossnat från sitt fäste på det paket som finns längst in i ugnen. Ledaren skall hållas fäst vid elementets gängade fot med hjälp av ett plåtbleck och en mutter.

Både ledaren och skruven har defekter som är typiska för skador av en ljusbåge, skruven är nästan helt avbränd på den plats där ledaren

anslutit. Ledaren har stannat i en position ca 3 mm från elementanslutningen och det måste anses som fastställt att denna skada skulle kunna utgöra tändkälla vid förekomst av brännbara/explosiva gaser. En stående ljusbåge kan utvecklas utan att säkringarna löser ut och innehåller tillräcklig energi för att kunna förorsaka tändning av explosiva gasblandningar.

Förekomst av brännbara/explosiva gaser

CC, Research AS fastslår i sin utredning att explosiv gas kan bildas vid uppvärmning av gummipackningarna.

Vid laboratorieprov fastställs att;

Vid uppvärmning sönderdelas ämnet DiCup, vilket ingår i gummipackningarnas receptur.

Vid reaktion med väte bildas 2-fenyl-2-propanol.

Dessutom har låga halter av andra brännbara föreningar identifierats, troligtvis har en mix av gaserna förekommit vid explosionstillfället.

SLUTSATSER

Flera faktorer har medverkat till explosionen. Enligt CMR:s utredning bildas en mix av brännbara/explosiva gaser under härdningsprocessen (se rapport). Dessa gaser ventileras inte bort när lufthårdning sker med stängda spjäll i det relativt täta kvävehårdningsskåpet. Syrehalten (21 %) är tillräckligt hög för att tillåta en explosiv blandning av gaser/luft, eftersom ingen kvävgas tillsatts. En tändkälla i form av en ljusbåge har uppstått vid överslag mellan element och elektrisk ledare. Detta kan kopplas till den defekt som återfanns vid värmeelementets elektriska anslutning. Man kan heller inte utesluta att värmeelementens ytemperatur är tillräckligt hög för att utgöra tändkälla (fortsatt utredning om flampunkt, explosionsgräns och brännbarhetsområde av förekommande kemiska föreningar, kan ge svar).

SPRIDNINGSRISK

Vid explosionen har ugnen rämnat, tryckvågen har raserat en vägg och åstadkommit tryckskador på byggnad och inredning. Eld och brandgaser har spridit sig men dämpats av befintlig vattensprinkler. Risk för människors liv och hälsa har förelegat.

ERFARENHETER

All lufthårdning i kvävgasugnar förbjuds (se Yrkesinspektionens protokoll). De konventionella lufthårdningsugnarna skall ha minst tre luftomsättningar per timme för att ventileras bort eventuella gaser.

FÖRSLAG

För att säkra driften bör rutiner för kontroll av driftsäkerhet upprättas. Regelbunden kontroll av elektriska installationer bör ske. Rutiner för rengöring av ugnarna bör upprättas. Rutiner för kontroll av kvävgastillförsel bör säkras. Brandskyddsutbildning av personalen bör ske, detta ökar riskmedvetenheten, vilket kan förhindra framtida incidenter.



TVå h rdugnar f r kv veh rdning, explosionen inträffade i den vänstra ugnen.